



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**“EVALUACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LAS ESPECIES
FORESTALES *Manilkara sp.* “QUINILLA” y *Myrcia sp.* “RUPIÑA”,
EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN INVESTIGACIÓN
PABLOYACU, MOYOBAMBA- 2012”**

TESIS

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

***Bach.* SANDRA FUENTES CUBAS**

***Bach.* FRANK LEANDRO GARCÍA CASTRO**

Asesor:

***Ing.* JUAN JOSÉ PINEDO CANTA**

MOYOBAMBA – PERÚ

2013

Nº DE REGISTRO: 06052012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**“EVALUACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO EN LAS ESPECIES
FORESTALES *Manilkara sp.* “QUINILLA” y *Myrcia sp.* “RUPIÑA”,
EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN INVESTIGACIÓN
PABLOYACU, MOYOBAMBA- 2012”**

TESIS

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

***Bach.* SANDRA FUENTES CUBAS**

***Bach.* FRANK LEANDRO GARCÍA CASTRO**

Asesor:

***Ing.* JUAN JOSÉ PINEDO CANTA**

MOYOBAMBA – PERÚ

2013

Nº DE REGISTRO: 06052012



ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

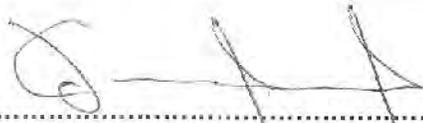
En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Tres de la tarde del día miércoles 04 de Setiembre del Dos Mil Trece**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Lic. M.Sc. FABIÁN CENTURIÓN TAPIA	PRESIDENTE
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	SECRETARIO
Blgo. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN	MIEMBRO
Ing. JUAN JOSÉ PINEDO CANTA	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado “Evaluación de la Captura de Carbono en las Especies Forestales Manilkara sp “Quinilla” y Myrcia sp “Rupiña”, en el Centro de Producción e Investigación “Pabloyacu”, Moyobamba-2012”, presentado por los Bachilleres en Ingeniería Ambiental **SANDRA FUENTES CUBAS** y **FRANK LEANDRO GARCÍA CASTRO**; según Resolución de Consejo de Facultad N° 0014-2012-UNSM-T-FE-CF de fecha **08 de Agosto del 2012**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran :.....**A P R O B A D O**..... por**UNANIMIDAD**..... con el calificativo de :.....**BUENO**.....y nota**TRECE**.....(13).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las.....**17:00**.....horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.


.....
Lic. M.Sc. **FABIÁN CENTURIÓN TAPIA**
Presidente


.....
Ing. M.Sc. **SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA**
Secretario


.....
Blgo. **ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN**
Miembro


.....
Ing. **JUAN JOSÉ PINEDO CANTA**
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por llenarme de riqueza espiritual, y armarme de valor en los momentos más difíciles.

A mis padres Enma Castro Rodríguez y Cayo García Tuanama, por su amor incondicional y apoyo en cada paso que voy dando en la vida, ya que son un ejemplo de lucha en mí vivir.

A mi hermano Miguel García Castro y a mis amigos que me brindaron su apoyo incondicional en toda la vida universitaria.

A la naturaleza, por brindarnos los recursos que permiten la vida.

Frank Leandro García Castro

A mis padres, Brenilda y Teodolfo, por encaminarme en la primera etapa de mi vida y a quienes debo lo que soy.

A mis hermanas y hermano, en especial a Elva Fuentes Cubas, por su confianza y empuje en la consolidación de mis metas y a quien debo la realización y culminación de mis estudios superiores. A Ana Luz, Martha, Loida y Osias, que para mí son ejemplo de lucha y esfuerzo cotidiano. Además se que todos ustedes, estuvieron, están y estarán ahí cuando más los necesite, dándome fuerza en los momentos más “frágiles” de mi vida y le pido a Dios siempre nos mantenga unidos.

Sandra Fuentes Cubas

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, por formarnos como personas, con valores, virtudes y defectos, pero siempre destacando su gran apoyo en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

A la Universidad Nacional de San Martín y en especial a la Facultad de Ecología por formarnos profesionalmente y prepararnos para vida profesional.

Al Ingeniero Juan José Pinedo Canta, Docente de nuestra Universidad y asesor de nuestra tesis, por su valioso apoyo brindado y por toda la paciencia para con nosotros, en la realización y culminación de la investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ecología, que de una u otra manera nos apoyaron en el desarrollo de esta investigación.

Agradecemos enormemente a todas las personas e instituciones que contribuyeron a la realización de este trabajo y de igual forma nos apoyaron como buenos amigos.

Sandra Fuentes Cubas

Frank, Leandro García Castro

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE.....	iii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
GENERAL.....	2
ESPECÍFICOS.....	2
1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1.1 Antecedentes Internacionales.....	3
1.3.1.2 Antecedentes nacionales.....	4
1.3.2 BASES TEÓRICAS.....	9
1.3.2.1 Descripción de las Especies de <i>Manilkara sp</i> “Quinilla” y <i>Myrcia sp.</i> Rupiña.....	9
1.3.2.2 Carbono.....	12
1.3.2.3 El Efecto de Invernadero y el Cambio Climático.....	15
1.3.2.4 Captura de dióxido de carbono (CO ₂).....	16
1.3.2.5 Sumideros de Carbono.....	17
1.3.2.6 Fotosíntesis.....	17
1.3.2.7 Convención Marco de las naciones Unidas sobre Cambio Climático.....	19
1.3.2.8 Protocolo de Kioto.....	20
1.3.2.9 Mercado internacional del carbono.....	22

1.3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	23
1.4 VARIABLES.....	26
1.4.1 Variable independiente.....	26
1.4.2 Variable dependiente.....	26
1.5 HIPÓTESIS.....	26
CAPITULO II.....	28
MARCO METODOLOGICO.....	28
2.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	28
2.1.1 De acuerdo a la Orientación.....	28
2.1.2 De acuerdo a la Técnica de Contrastación.....	28
2.2 DISEÑO DE INVESTIGACION.....	28
2.3 POBLACION Y MUESTRA.....	28
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	29
2.4.1 Selección del área de estudio.....	29
2.4.2 Descripción del área de estudio.....	29
2.4.3 Tamaño de la muestra.....	29
2.4.4 Delimitación de los sectores de estudio.....	29
2.5 TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	30
2.5.1 Calculo biométrico de las especies de estudio.....	30
2.5.2 Biomasa arbórea viva (Kg/árbol).....	31
2.5.3 Biomasa Arbórea Viva Total.....	31
2.5.4 Cálculo del carbono en la biomasa vegetal total (Tn/ha).....	31
2.5.5 Cálculo de regresión lineal simple.....	32
2.5.6 Coeficiente de correlación de PEARSON.....	32
2.5.7 Coeficiente de determinación.....	32

3.1 RESULTADOS.....	33
3.1.1 Inventario biométrico.....	33
3.1.2 Cantidad de captura de carbono y biomasa en <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña".....	34
3.1.3 Comparación de la cantidad de captura de carbono entre <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña".....	45
3.1.4 Captura de carbono en <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en función del DAP.....	48
3.2 DISCUSIONES.....	62
3.3 CONCLUSIONES.....	64
3.4 RECOMENDACIONES.....	65
3.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01:	Promedio de datos biométricos de <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" por sectores, Moyobamba – 2013.....	33
Tabla N° 02:	Biomasa Arbórea Viva en el sector uno en la Especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" por individuo Moyobamba- 2013.....	34
Tabla N° 03:	Biomasa Arbórea Viva por individuo en la Especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno, Moyobamba- 2013.....	37
Tabla N° 04:	Biomasa Arbórea Viva por individuo en la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector dos, Moyobamba- 2013.....	40
Tabla N° 05:	Biomasa Arbórea Viva por individuo en la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña", en el sector dos, Moyobamba – 2013.....	43
Tabla N° 06:	Cantidad total y promedio de captura de carbono entre las especies <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" y <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla", Moyobamba - 2013.....	46
Tabla N° 07:	Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono, en 16 individuos de la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla", en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	49
Tabla N° 08:	Cálculo de regresión para la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	50
Tabla N° 09:	Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono para la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña", en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	52
Tabla N° 10:	Cálculo de regresión para la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	53

Tabla N° 11:	Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono en 16 individuos de la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla", en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	55
Tabla N° 12:	Cálculo de regresión para la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	56
Tabla N° 13:	Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono, en 16 individuos de la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña", en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	58
Tabla N° 14:	Cálculo de regresión para la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	59
Tabla N° 15:	Datos biométricos de la especie de <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	73
Tabla N° 16:	Datos biométricos de la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	73
Tabla N° 17:	Datos biométricos de la especie de <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	74
Tabla N° 18:	Datos biométricos de la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	75
Tabla N° 19:	Biomasa y Carbono en <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector uno, Moyobamba - 2013.....	76
Tabla N° 20:	Biomasa y carbono en <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno, Moyobamba -2013.....	76
Tabla N° 21:	Biomasa y Carbono en <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" Sector dos, Moyobamba - 2013.....	77
Tabla N° 22:	Biomasa y Carbono en <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos, Moyobamba - 2013.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 01	Principales depósitos y flujos del balance global del carbono	14
Fig. N° 02	Esquema de la fotosíntesis.....	18

ÍNDICE DE FOTOS

Foto N° 01: Instrumentos de campo.....	79
Foto N° 02: Reconocimiento de especies.....	79
Foto N° 03: Delimitación del área estudio.....	80
Foto N° 04: Medición del DAP.....	80
Foto N° 05: Fuste de quinilla.....	81
Foto N° 08: Corroboración de alturas.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01:	Distribución de biomasa por individuo en la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector uno expresada en Tn/ha.....	35
GRÁFICO N° 02:	Distribución de la captura carbono por individuo en la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector uno expresada en Tn/ha.....	36
GRÁFICO N° 03:	Distribución de biomasa por individuo en la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno, expresada en Tn/ha.....	38
GRÁFICO N° 04:	Distribución de la captura carbono por individuo de la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno expresada en Tn/ha.....	39
GRÁFICO N° 05:	Distribución de biomasa por individuo en la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector dos expresada en Tn/ha.....	41
GRÁFICO N° 06:	Distribución de la captura carbono por individuo en la especie <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" en el sector dos expresada en Tn/ha.....	42
GRÁFICO N° 07:	Distribución de biomasa por individuo en la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos.....	44
GRÁFICO N° 08 :	Distribución de la captura carbono por individuo en la especie <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos.....	45
GRÁFICO N° 09:	Distribución de carbono en las especies <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector uno.....	46
GRÁFICO N° 10:	Distribución de la captura carbono en las especies <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Myrcia sp.</i> "Rupiña" en el sector dos.....	47

GRÁFICO N° 11: Distribución de la captura carbono promedio en las especie <i>Manilkara sp.</i> “Quinilla” y <i>Myrcia sp.</i> “Rupiña”.....	48
GRÁFICO N° 12: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie <i>Manilkara sp.</i> “Quinilla” en el sector uno.....	51
GRÁFICO N° 13: Regresión lineal entre el DAP y el carbonocapturado, en 16 individuos de la especie <i>Myrcia sp.</i> “Rupiña” en el sector uno.....	54
GRÁFICO N° 14: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, capturado, en 16 individuos de la especie <i>Manilkara sp.</i> “Quinilla” en el sector dos.....	57
GRÁFICO N° 15: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie <i>Myrcia sp.</i> “Rupiña” en el sector dos.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Mapa de ubicación de la Investigación.....	70
Anexo 02: Croquis del área en estudio.....	71
Anexo 03: Imagen satelital de ubicación de los sectores de estudio.....	72
Anexo 04: Tablas Resumen de las especies de <i>Manilkara sp.</i> "Quinilla" y <i>Mycia sp.</i> "Rupiña".....	73
Anexo 05: Fotografías de campo.....	79

RESUMEN

El presente trabajo trata de cuantificar la captura de carbono en las especies forestales *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña", con el objetivo de estimar la biomasa y carbono (C) contenidos en dichas especies; se realizó este estudio en el Centro de Producción e investigación Pabloyacu, ubicado en el caserío de Marona, distrito de Moyobamba, Departamento de San Martín.

Los objetivos específicos fueron: Realizar un inventario biométrico de las especies *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña"; determinar la cantidad de captura de carbono y biomasa en *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña"; analizar y comparar la cantidad de captura de carbono entre *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña"; Relacionar la captura de carbono y el DAP de *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña"; Recopilar información de la concentración de carbono capturado por estas especies para una posterior valoración económica y social, del centro de Producción e Investigación Pabloyacu.

El problema formulado fue ¿Cómo es la captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña", en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu?

Las variables propuestas en la evaluación fueron, las especies *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña", como variable independiente y la captura de carbono como variable dependiente. La hipótesis planteada fue: Si evaluamos de captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp* "Quinilla" y *Myrcia sp* "Rupíña", en el Centro de producción e Investigación Pabloyacu, entonces la relación lineal entre estas variables será directa.

La investigación es aplicada, descriptiva y para la prueba de hipótesis se utilizó el coeficiente de correlación.

La población estimada fue de 1 ha (10000 m²) y la muestra de 2000 m² dividida en dos sectores (1000 m² cada uno). Las actividades realizadas fueron: selección y descripción del área de estudio, el tamaño de la muestra y la delimitación de los sectores de estudios y la

identificación de las especies, además para estimar la biomasa se utilizó el método indirecto, con la siguiente fórmula:

$$BA = 0.1184 \text{ DAP}^{2.53}$$

Y para el cálculo del carbono en la biomasa vegetal total (Tn/ha), se utilizó la siguiente fórmula: $CBV \text{ (Tn/ha)} = BTV * 0.45$

El carbono cuantificado en el sector uno para la especie *Myrcia sp.* fue 8.15 Tn/ha, y la especie *Manilkara sp.* registró 25.89 Tn/ha; en el sector dos, la especie *Manilkara sp.* registró 26.21 Tn/ha, y la especie *Myrcia sp.* registró 5.67 Tn/ha, la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” presentó la mayor cantidad de captura de carbono promedio con 26.05 Tn/ha; en tanto, el promedio de carbono capturado por la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” fue de 6.92 Tn/ha; en promedio el carbono capturado por las dos especies fue 16.48 Tn/ha.

Al comparar el DAP con la cantidad de captura de carbono, estas variables presentaron una relación directa. Es decir se pudo observar cuando el DAP se incrementa la cantidad de carbono capturado también aumenta, entonces se dice que la regresión lineal entre las dos variables, es directa.

SUMMARY

The present work tries to quantify the carbon sequestration in forest species *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña", with the aim to estimate the biomass and carbon (C) contents in the above mentioned species; this study was realized in Pabloyacu Center of Production and investigation, located in Marona hamlet, Moyobamba district, San Martin department. The specific aims were: To realize a biometric inventory of the species *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña"; to determine the amount of carbon capture and biomass in *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña"; to analyze and to compare the quantity of carbon capture between *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña"; to relate the carbon capture and the DAP of *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña".

The formulated problem was: How is the carbon sequestration in relation to the DAP, of the species *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupina", in Pabloyacu Center of Production and investigation?

The variables proposed in the evaluation were, the species *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña", as independent variable and the carbon sequestration like dependent variable. The raised hypothesis was: If we evaluate the carbon sequestration, in relation to the DAP of the species *Manilkara sp.* "Quinilla" and *Myrcia sp.* "Rupiña", in Pabloyacu Center of Production and investigation, then the linear relation between these variables will be direct.

Applied research is descriptive, and for the hypothesis test used the correlation coefficient.

The estimated population was of 1 it has (10000 m²) and the sample of 2000 m² divided in two sectors (1000 m² each one). The realized activities were: selection and description of the study area, the size of the sample and the delimiting of the sectors of studies and the identification of the species, in addition to estimate the biomass used the indirect method, with the following formula:

$$BA = 0.1184 \text{ DAP}^{2.53}$$

And for the calculation of the carbon in the vegetable total biomass (Tn/ha), the following formula was in use: $CBV \text{ (Tn/ha)} = BTV * 0.45$

The carbon in the quantified area, one for the species *Myrcia sp.* was 8.15 tn/ha, and the species *Manilkara sp.* record 25.89 Tn/ha; in the sector two, the species *Manilkara sp.* record 26.21 Tn/ha, and the species *Myrcia sp.* record 5.67 tn/ha, the species *Manilkara sp.* "Quinilla" presented the greatest amount of carbon capture with 26.05 average Tn/ha.

The carbon quantified in the sector one for the species *Myrcia sp.* was 8.15 Tn/ha, and the species *Manilkara sp.* registered 25.89 Tn/ha; in the sector two, the species *Manilkara sp.* Registered 26.21 Tn/ha, and the species *Myrcia sp.* registered 5.67 Tn/ha, the species *Manilkara sp.* "Quinilla" presented the greatest amount of carbon capture with 26.05 average Tn/ha; While, the average of carbon captured by the species *Myrcia sp.* "Rupiña" was 6.92 Tn/ha; in average the carbon captured by both species was 16.48 Tn/ha.

When comparing the DAP with the amount of carbon capture, these variables showed a direct relationship. That is to say it could be observed when the DAP increases the amount of carbon captured also increases, then it is said that the linear regression between the two variables, is direct.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El dióxido de carbono es uno de los gases de efecto invernadero que contribuyen mayormente al calentamiento global, su contribución se ha calculado en 50 a 75%, Los gases de efecto invernadero son: Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), aunque estos gases son de origen natural, sus emisiones han aumentado de manera dramática en los dos últimos siglos, debido a las actividades humanas. El CO₂ se produce en grandes cantidades como consecuencia del consumo de energía procedente de combustibles fósiles, y de la deforestación, la concentración de este gas a aumentado de 280 ppm en el año 1750, a 379 ppm en el 2004, y continua incrementándose a una tasa anual mayor a 1ppm. (IPCC 2008).

Ante estos acontecimientos, se han implementado diferentes estrategias para capturar el carbono y así reducir la concentración de CO₂ de la atmósfera, ya sea de procesos bióticos o abióticos. Dentro de primer grupo comprenden la fijación del CO₂ como biomasa sobre la superficie terrestre, principalmente por las plantas las que lo utilizan en el proceso de fotosíntesis; respecto a la captura de carbono por procesos abióticos, consiste en la canalización de CO₂ producido en las industrias o fabricas hacia las profundidades del océano o manto freático.

Una forma de mitigar los problemas de CO₂ además de reducir las emisiones, es capturarlo y mantenerlo el mayor tiempo posible en la biomasa, a través de la fotosíntesis. De esta manera los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono (C), actuando de esta manera como un regulador climático.

En el Perú existe una megadiversidad de bosques tropicales, que son grandes sumideros de carbono, los cuales pueden ser aprovechados para la realización de proyectos de captura de carbono. De esta manera ver al Cambio Climático, no como un problema si no como una oportunidad para aprovechar las potencialidades de nuestros bosques.

Según lo expuesto, el problema general queda formulado en los siguientes términos:

¿Cómo es la captura de carbono en relación al DAP, de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu?

1.2 OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar la captura de carbono en las especies forestales *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu.

ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario biométrico, de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.
- Determinar la cantidad de captura de carbono y biomasa en *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.
- Analizar y comparar la cantidad de captura de carbono entre *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.
- Relacionar la captura de carbono y el DAP de *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.

1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad no existe registro alguno en el cual se hayan realizado estudios de captura de carbono en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, pero en *Manilkara sp.* “Quinilla” si existe, sin embargo con la creciente preocupación por los efectos del cambio climático en nuestro planeta, se han realizado numerosos intentos para mitigarlos. A razón de esto es que se vienen realizando diversas investigaciones en diversas especies de flora y bosques con la finalidad de estimar el potencial de carbono de estas y su capacidad para contribuir en la disminución de las concentraciones de dióxido de carbono.

1.3.1.1 Antecedentes Internacionales

- En la investigación, “Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa*, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua.”. En sus conclusiones menciona que; se determinó que el bosque de *Pinus oocarpa*, la biomasa promedio por unidad de área fue de 266.73 toneladas, en donde se encontró una cantidad de carbono almacenada de 35.22 t C/ha y con respecto a la biomasa aérea se determinó que el carbono capturado se fija en un 75% en el fuste de los árboles, el 16.7% en ramas y el 8.3% en las acículas.

Además menciona que a mayor edad el bosque tiene menor capacidad de capturar carbono atmosférico, esto se ve reflejado en el bosque maduro que presentó la menor tasa de fijación de carbono (0.48 Tc/año). (Calderón, Delio Ariel; Solís, Dalila Esmeralda. 2012).

- En una investigación realizada en “Captura de carbono por *Cedrela odorata*. En una plantación de origen genético conocido”, se determinó la cantidad de carbono almacenado en la

biomasa aérea de *Cedrela odorata l.* en una plantación con tres procedencias del estado de Veracruz y 20 familia en total; dicha plantación establecida en La Balsa, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México. Donde los resultados mostraron que, el total de carbono almacenado en la biomasa aérea por *Cedrela odorata L.* en La Balsa fue de 769.52 kg de Carbono con un promedio de 4.01 kg por árbol con una desviación estándar de 2.89. Del total de individuos (192) en los 3 600 m² el carbono estimado fue de 4.45 toneladas por hectárea. Analizando el carbono estimado por unidad genética para procedencias se pudo observar que: La Antigua presentó el mayor promedio aunque las tres varían entre 1.9 y 2.4 toneladas de carbono por hectárea en promedio. (Mendizábal, Lilia. et al. 2009).

- En la investigación “Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde”, donde en una de sus conclusiones menciona que; el carbono almacenado en este tipo de bosques varía entre los sitios estudiados, de 193,27 a 662.06 Tn/ha. Esta variación depende del grado de desarrollo y grado de intervención del bosque, y también del potencial de acumulación de carbono que podrían presentar los bosques degradados y los renovables o bosques jóvenes. (Shelegel, Bastienne. 2001).

1.3.1.2 Antecedentes nacionales

- En el proyecto de la captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el centro de producción e investigación Pabloyacu, en una de sus conclusiones manifiesta, que las especies que muestran valores relativamente altos de carbono estimado en la biomasa vegetal (CBV), después de *Himatanthus sucuuba* “Bellaco caspi”, son “Tullaquiuro”, “quinilla”, Shimbillo” y “Warmi warmi”, con valores de 138.81,

121.75, 117.69 Tn/ha y para quinilla es de 79.885 Tn/ha respectivamente (Del Aguila, Amner. 2012).

- En la investigación, sobre la Determinación del Potencial de Captura de Carbono de la *Guadua spp.* por estadios en el Bosque Local “El Maronal de Atumplaya”, en sus conclusiones menciona que el Stock de Carbono de la plantación *Guadua spp.* dentro del bosque Local “El Maronal de Atumplaya” durante los años del 2008 y 2009 fue de 183.301 Ton de C y 227, 763 Ton de C respectivamente, lo que demuestra que el potencial de Captura de carbono es este bosque es de 44, 462 Ton de C/año, lo que equivale a 7, 046 Ton de C/Ha/año.

El bosque de 6,31 Has de maronas captura de la atmosfera 163,027 Ton de CO₂ por año, y posee un stock de 835,13 Ton de CO₂ capturado sólo en la parte aérea (tallos, ramas y hojas), en el presente año.

Además en las ecuaciones generadas: $BAT_{brote} = e^{(-3.349 + 2.678 (\ln DAN))}$; $BAT_{verde} = e^{(-2.43 + 2.485 (\ln DAN))}$ y $BAT_{maduro} = e^{(-2.01 + 2.319 (\ln DAN))}$, todas del tipo logarítmicas, permiten estimar los montos de carbono por estadio de la *Guadua spp.*; las cuales pueden ser utilizadas en otras plantaciones de la misma especie. Y también menciona que estas ecuaciones tienen la ventaja de hacer más fácil la evaluación en el campo, debido a que solo se utilizó el DAN para la estimación de la biomasa aérea total por estadios. (Aguirre, D y Gutiérrez, D. 2009).

- En la investigación, “Servicios Ambientales de Almacenamiento y Secuestro de Carbono del Ecosistema Aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú”, con el objetivo de cuantificar el almacenamiento y fijación de carbono y establecer

los lineamientos básicos de un procedimiento para la determinación de carbono en ecosistemas inundables o aguajales de la Amazonía peruana.

Se concluye que; el carbono acumulado en la vegetación de los aguajales densos y mixtos de la RNPS asciende a 69 119 483,31 t en aguajales densos y 32 935 548,98 t en aguajales mixtos.

La fijación se estaría estimando en aproximadamente 209 639,50 tC/año y 130 250,75 tC/año, equivalentes a 780223,49 tCO₂/año. Si se toman en cuenta las emisiones estimadas de metano y las producidas por la actividad extractiva de palmeras en términos de carbono equivalente (78 450,74 tC/año y 48 651,28 tC/año para ambos aguajales), se estaría fijando 212 788,49 tC/año equivalentes a 780 223,49 tCO₂/año (IIAP 2006).

- En el trabajo de investigación, “Potencial de Captura de Carbono en el Cultivo de Piñón Blanco (*Jatropha Curcas L.*), en la Estación Experimental el Porvenir, INIA - Tarapoto” menciona en sus conclusiones, que el potencial de captura de carbono en las plantaciones de piñón blanco (*Jatropha curcas L.*), en la Estación Experimental “El Porvenir” es de:
 - ✓ 0.387 Kg/C/Planta en plantas de 1 año, 2.556 Kg/C/Planta en plantas de 2 años, 3.987 Kg/C/Planta en plantas de 3 años y 5.719 Kg/C/Planta en plantas de 4 años; haciendo un total de 12.649 Kg/C/Planta en las 4 edades; y 1.418 Kg/CO₂/Planta en plantas de 1 año, 9.377 Kg/CO₂/Planta en plantas de 2 años, 14.612 Kg/CO₂/Planta en plantas de 3 años y 20.960 Kg/CO₂/Planta en plantas de 4 años haciendo un total de 46.367 Kg/CO₂/Planta en las 4 edades en época seca.

- ✓ 0.383 Kg/C/Planta en plantas de 1 año, 2.455 Kg/C/Planta en plantas de 2 años, 3.870 Kg/C/Planta en plantas de 3 años y 5.546 Kg/C/Planta en plantas de 4 años, haciendo un total de 12.254 Kg/C/Planta en las 4 edades; y 1.402 Kg/CO₂/Planta en plantas de 1 año, 9.001 Kg/CO₂/Planta en plantas de 2 años, 14.184 Kg/CO₂/Planta en plantas de 3 años y 20.336 Kg/CO₂/Planta en plantas de 4 años, haciendo un total de 44.923 Kg/CO₂/Planta en las 4 edades en época húmeda.

- ✓ El Potencial de Captura de Carbono en las plantaciones de piñón blanco (*Jatropha curcas L.*), en la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” por año es de 24.903 Kg/C/Planta/año y 91.29 Kg/CO₂/planta/año respectivamente.

- ✓ La ecuación generada: $B = 10^{-4.88456+2.32616*\log(d3)}$, de tipo logarítmica, permiten estimar la cantidad de carbono por épocas (seca y húmeda), las cuales pueden ser utilizadas en otras plantaciones de la misma especie. Esta ecuación tiene la ventaja de hacer más fácil la evaluación en el campo.

También menciona, que la metodología aplicada demostró ser viable y no generó muchos gastos, el utilizar el diámetro del tallo a la altura de 3 cm. como única variable independiente, simplifica el trabajo de campo y permite estimar el carbono capturado sin necesidad de realizar estudios en laboratorio, los cuales son costosos y de difícil acceso en la región. (Pinedo, Gunther. 2011).

- En el trabajo de investigación: “Determinación del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, cedro nativo, (*Cedrela odorata*) Caoba, (*Swietenia macrophylla*) Bolaina, (*Guazuma crinita*) Teca, (*Tectona grandis*) y Capirona, (*Calycophyllum sprucearum*) en la localidad de Alianza San Martín 2009”, usando el método destructivo,

determinó la cantidad de carbono almacenado en especies de 2 años y 8 meses de edad vegetativa, donde en sus conclusiones menciona que la cantidad de carbono almacenado en las especies forestales: Bolaina (*Guazuma crinita*) es de 2.42 tnC/ha, Teca (*Tectona grandis*) es de 2.14 tnC/ha, Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) es de 1.03 tnC/ha, Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) es de 0.91 tnC/ha, Caoba (*Swietenia macrophylla*.) es de 0.68 tnC/ha.

También menciona que, en cuanto a la variable de biomasa arbórea viva Tn/ha, y en base al uso de tratamientos para la obtención de los resultados, se puede observar que los tratamientos T1: Bolaina (*Guazuma crinita*.) y el tratamiento T3: Teca (*Tectona grandis*), son estadísticamente similares, siendo el T1 con 4.755 tnC/ha. mayor que el T3 con 4.225 tnC/ha. En cuanto a los tratamientos T4: Cedro Nativo (*Cedrela odorata*) 1.555 tnC/ha, T2: Capirona (*Calycophyllum sprucearum*) 1.475 tnC/ha y el T5: Caoba. (*Swietenia macrophylla*.) Con 1.075 tnC/ha, son estadísticamente similares, siendo el tratamiento T5 menor, que todos los demás tratamientos. (Quitoran, Gerald. 2010).

- En la investigación titulada “Determinación del Potencial de Captura de Carbono de las Especies Forestales de Aliso (*Alnus acuminata*) y Eucalipto (*Eucaliptus globulus*) en la Localidad de Florida Pomacochas – Amazonas” con el objetivo de determinar el potencial de captura de carbono de las especies forestales “Aliso” y “Eucalipto”.

Se menciona que, el carbono estimado en la biomasa vegetal de las especies forestales evaluadas determinan que la mayor cantidad registrada fue en *E. globulus* con 22.69 Tn/ha mientras que en menor proporción con un 14.89 Tn/ha en *A. acuminata*, lo

que implica una diferencia de 7.8 Tn/ha entre ambas especies estudiadas. (Villacis, José 2012).

1.3.2. BASES TEÓRICAS

1.3.2.1 Descripción de las Especies de *Manilkara sp* “Quinilla” y *Myrcia sp.* Rupiña.

➤ Descripción de la Especie de *Manilkara sp* “Quinilla”

Nomenclatura (Ayala, Franklin. 2003)

Nombre Científico : *Manilkara sp.*

Nombre Común : Quinilla.

Clasificación Taxonómica (Ayala, Franklin. 2003)

Reino : Plantae o vegetal

División : Angiospermae

Clase : Dicotyledoneae

Orden : Ebenales

Familia : Sapotaceae

Género : *Manilkara*

Especie : *Manilkara sp.*

Descripción botánica

Forma. La quinilla es un árbol que alcanza los 25 a 40 m de altura; tronco circular; se encuentran trozas de buena calidad de 15 a 25 m de longitud y de 50 a 85 cm de diámetro; aletones de variado desarrollo, poco desarrollados hasta bien desarrollados, altos y extendidos, (Ayala, Franklin. 2003)

Copa / hojas. Estratificada, color verde oscuro a verde claro. Hojas simples, paralelas, verde oscuras, ápice redondeado o emarginado, nervaduras secundarias numerosas, rectas y paralelas, (Ayala, Franklin. 2003)

Corteza superficial del tronco. Es grisácea, apariencia áspera, con fisuras profundas; corteza muerta gruesa; corteza viva de color rojo anaranjado. Látex blanco, abundante y pegajoso. (Tandazo, Victor. 2008).

Flores. Son de color blanco, fragantes y se disponen en fascículos axilares. (Tandazo, Victor. 2008).

Fruto. Es una baya, lisa, globosa, que usualmente contiene una semilla. (Tandazo, Victor. 2008).

Madera. El tronco recién cortado presenta las capas externas de la madera (albura) de color castaño claro y las capas internas (duramen) de color castaño rojizo oscuro, observándose entre ambas capas un gran y abrupto contraste en el color. En la madera seca al aire la albura se toma de color marrón rojizo claro y el duramen marrón rojizo.

Olor : No distintivo.

Lustre o brillo: Bajo.

Grano : Recto.

Textura : Fina.

Veteado o figura: Arcos superpuestos con franjas anchas lustrosas de tonos intercalados. (Tandazo, Victor. 2008).

La madera requiere de mayor esfuerzo para ser trabajada debido a la alta resistencia mecánica y dureza, presenta muy buena trabajabilidad en el cepillado, taladrado, torneado y moldurado.

Secado: natural es lento, presenta buen comportamiento al secado artificial con un programa suave. (Tandazo, Victor. 2008).

Durabilidad: Natural, el duramen es resistente al ataque biológico, sin embargo su resistencia a insectos marinos es baja, para preservarla es recomendable utilizar el método vacío-presión. (Tandazo, Victor. 2008).

Usos: La manera se puede utilizar en traviesas, durmientes, construcciones pesadas, piezas de puentes, postes, pisos, parquet, chapas decorativas, arcos e instrumentos musicales y tornería. (Tandazo, Victor. 2008).

➤ **Descripción de la Especie de *Myrcia sp.* “Rupiña”**

Nomenclatura (Mostacero, José. 2002)

Nombre Científico : *Myrcia sp.*

Nombre Común : Rupuña.

Clasificación Taxonómica (Mostacero, José. et al.2002)

Reino : Plantae o vegetal

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Magnoliales

Familia : Myristicaceae

Género : Myrcia

Especie : *Myrcia sp.*

Descripción botánica

Forma. Alcanza 30 m o más de altura, tronco cilíndrico.

Hojas. Hojas simples, enteras, pinnatinervias, alternas, frecuentemente dísticas, algunas veces con puntos pelúcidos, sin estípulas. (Mostacero, José. et al. 2002)

Corteza superficial del tronco. Corteza exterior áspera y ligeramente granulosa, con apariencia escamosa.

Flores. Flores pequeñas, actinomorfas, infundibuliformes, campanuladas o urceoladas, amarillentas, amarillas, rosas o rojas, a veces olorosas. (Mostacero, José. et al. 2002)

Fruto. Fruto en legumbre carnosa, coriácea o leñosa, de grandes frutos indehiscentes una semilla por carpelo. (Mostacero, José. et al. 2002).

1.3.2.2 Carbono:

El carbono es uno de los elementos químicos más abundantes del planeta Tierra y está presente en todos los seres vivos. Es también un componente que se encuentra naturalmente en la atmósfera de la Tierra. Representado por el símbolo C, el carbono se encuentra en grandes cantidades en las hojas, ramas, tallos y raíces de los árboles.

Además de estar compuesta de hasta 50% de agua, la biomasa de un árbol vivo contiene aproximadamente 25% de carbono. El 25%

restante está formado de otros elementos en diferentes cantidades incluyendo el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y otros elementos en cantidades mínimas. Sin embargo, si toda el agua contenida en un árbol vivo fuera removida, la proporción de la restante biomasa seca que consista de carbono se incrementaría de 25 a 50%. Por consiguiente, el carbono constituye aproximadamente la ½ del total de la BSS de un árbol. (Brack, Antonio, et al. 2004).

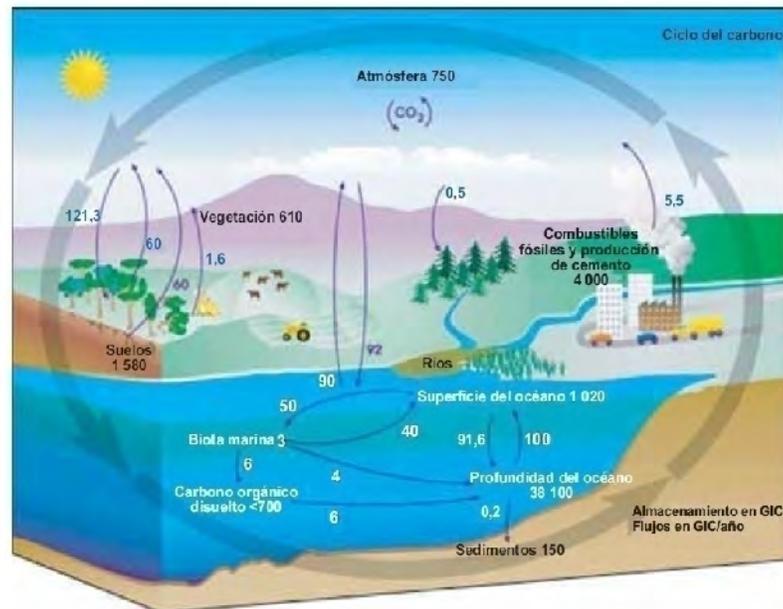
➤ **Ciclo del carbono (C):**

El ciclo del carbono es considerado como un conjunto de cuatro depósitos interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre (incluyendo los sistemas de agua dulce), los océanos y los sedimentos (incluso los sedimentos fósiles). Estos depósitos son fuentes que cumplen la opción de liberar el carbono, o de ser sumideros que absorben carbono de otra parte del ciclo.

Los mecanismos principales del intercambio del carbono son la fotosíntesis, la respiración y la oxidación. En general, las plantas verdes absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis, para transformarlos en elementos de importancia para el crecimiento y desarrollo de los vegetales. El carbono, se deposita en el follaje, tallos, y sistema radicular y principalmente en el tejido leñoso de los troncos y ramas principales de los árboles.

Por esta razón los bosques son considerados importantes reguladores en el nivel de carbono atmosférico (IPPC, 2001).

Fig. N° 01 Principales depósitos y flujos del balance global del carbono



FUENTE: FAO, 2007.

➤ **Dióxido de carbono (CO₂):**

Se encuentra libre en emanaciones volcánicas y en la atmósfera (0,04%); posee una función biológica esencial. El dióxido de carbono (CO₂), es un componente normal del aire y parte del ciclo del carbono de la biosfera. Sin embargo, también es un derivado de la quema de combustibles fósiles y de la biomasa, así como de los cambios de uso de suelo y otros procesos industriales.

Es el principal gas antropogénico de efecto invernadero que afecta a la temperatura de la tierra. Es el gas de referencia sobre el cual los otros gases de efecto invernadero son catalogados con un potencial de calentamiento global. El dióxido de carbono constituye aproximadamente un 0.036% de la composición de la atmósfera. (Connolly, Ronda Yuri; Corea, Carlos Abel. 2007)

1.3.2.3 El Efecto de Invernadero y el Cambio Climático:

La tierra está cubierta por capas de gases que permiten la entrada de la energía solar, la cual calienta la superficie de la tierra. Algunos de los gases en la atmósfera (llamados gases de efecto invernadero-GEI-), impiden el escape de este calor hacia el espacio.

Este es un fenómeno natural que mantiene a la tierra a una temperatura promedio arriba del punto de congelación y permite la vida tal como la conocemos, pero las actividades humanas producen un exceso de GEI (principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nítrico) que están potencialmente calentando la tierra. Por ejemplo las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono ha aumentado en un 30% desde los tiempos preindustriales, mientras que la temperatura global promedio ha aumentado entre 0.3 y 0.6 °C.

Investigaciones científicas sobre las emisiones de gases de efecto invernadero durante los últimos 10 años predicen que el cambio climático tendrá impactos negativos ambientales, sociales y económicos a nivel global.

Se estima que aproximadamente 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero vienen de la quema de combustibles fósiles. La deforestación contribuye mucho ya que la quema de bosques libera CO₂ a la atmósfera. Debido a que los árboles fijan dióxido de carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa, al reducir la extensión de bosques, se reduce la capacidad para absorber las emisiones globales de los gases de efecto invernadero, que cada año aumenta más. (IPCC 2007).

1.3.2.4 Captura de dióxido de carbono (CO₂):

Se denomina captura de carbono al almacenamiento del CO₂ de la atmósfera en la tierra, a través del proceso de fotosíntesis, los bosques absorben CO₂ de la atmósfera a medida que crecen, almacenando grandes cantidades de carbono en la biomasa de sus hojas, ramas, tallos y raíces mientras que liberan oxígeno hacia la atmósfera.

Los bosques de América, África y Asia tropicales representan bodegas enormes de carbono sin embargo están desapareciendo a un ritmo de casi 8.0 millones de hectáreas por año. En un esfuerzo por mantener los bosques tropicales – y sus vastos almacenes de carbono – intactos, la comunidad internacional está trabajando para implementar políticas que compensarían a las naciones tropicales por reducir emisiones de carbono debido a la deforestación y la degradación de los bosques tropicales. (Walker, W. 2011).

Métodos de medición de carbono

Para evaluar la biomasa aérea se puede emplear dos métodos: El primero “método directo o destructivo” y el segundo “método indirecto”. En ambos casos, los valores obtenidos se extrapolan a una hectárea.

Método directo o destructivo: Es aquel en el que se incluye mediciones de campo, cosecha y toma de muestras de la totalidad de la vegetación, teniendo en cuenta algunos criterios de evaluación. Aunque este método es más costoso y requiere de mayor tiempo, arroja resultados de alta confiabilidad.

Método Indirecto: Es aquel método en que generalmente se aplican cuando los arboles son de grandes dimensiones, y entre las

formulas indirectas para estimar biomasa, se encuentra el uso de modelos de biomasa específicos para cada especie, donde los valores de inventarios forestales como diámetro y altura, se transforman a términos de biomasa con la ayuda de modelos generales.

1.3.2.5 Sumideros de Carbono:

Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros de C por su función vital principal, la fotosíntesis.

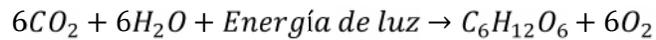
Mediante esta función, los vegetales absorben CO₂ que compensa tanto las pérdidas de este gas que se producen por la respiración como las emisiones producidas en otros procesos naturales (descomposición de materia orgánica).

El CO₂ secuestrado por las plantas es el resultado de las diferencias entre el CO₂ atmosférico absorbido durante el proceso de la fotosíntesis y el CO₂ emitido por la atmósfera durante la respiración. Esta diferencia es convertida en biomasa y suele oscilar entre el 45-50 % del peso seco de la planta. Por lo tanto, mientras el crecimiento sea alto, la vegetación natural y los cultivos agrícolas se convierten en los sumideros de carbono (Carvajal, Micaela. 2010).

1.3.2.6 Fotosíntesis:

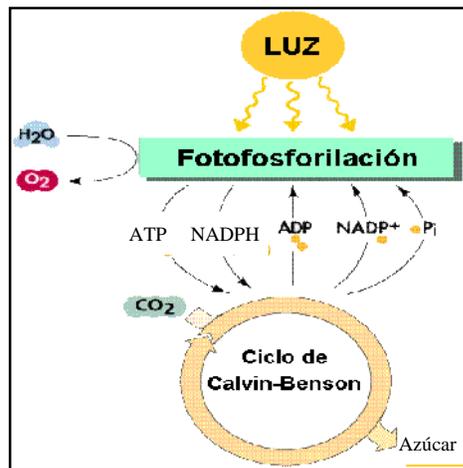
Es un proceso biológico realizado por las plantas. A partir de ésta se procesa toda la materia orgánica de nuestro planeta y se garantiza toda la alimentación de los seres vivos.

La fórmula de la reacción química es la siguiente:



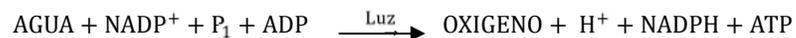
La fotosíntesis es un proceso que ocurre en dos fases:

Fig. N° 02 Esquema de la fotosíntesis



Fuente: Carvajal, Micaela 2010.

En las reacciones de luz, la captación de energía luminosa por los pigmentos que absorben la luz convirtiéndola en energía química (ATP) y poder reductor (NADPH), requiere de una molécula de agua. Como consecuencia, se libera O₂ molecular. La ecuación general para esta primera etapa de la fotosíntesis es por lo tanto la siguiente:



En la segunda fase de la fotosíntesis, los productos ricos en energía de la primera fase, el NADPH el ATP, se emplean como fuentes

energéticas para efectuar la reducción del CO₂ y producir glucosa. Como consecuencia se produce de nuevo ADP y NADP⁺. Esta segunda etapa de la fotosíntesis se esquematiza en términos generales como:



Esta reacción se lleva a cabo por reacciones químicas convencionales, catalizadas por enzimas que no necesitan la luz.

En las reacciones de oscuridad, el CO₂ de la atmósfera (o del agua en organismos fotosintéticos acuáticos/marinos) es capturado y reducido por la adición de hidrógeno (H⁺) para la formación de carbohidratos [(CH₂O)]. La incorporación del dióxido de carbono en compuestos orgánicos, se conoce como fijación o asimilación del carbono. La energía usada en el proceso proviene de la primera fase de la fotosíntesis. Los seres vivos no pueden utilizar directamente la energía luminosa, sin embargo, a través de una serie de reacciones fotoquímicas, la pueden almacenar en la energía de los enlaces C-C de carbohidratos, que, más tarde, será liberada mediante los procesos respiratorios u otros procesos metabólicos (Carvajal, Micaela. 2010).

1.3.2.7 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Río de Janeiro en el año 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994, con el objeto de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Tal nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que

los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Sin embargo, cuando adoptaron la Convención, los gobiernos sabían que sus compromisos no serían suficientes para abordar en serio los problemas del cambio climático. Por ello, mediante una decisión conocida como el Mandato de Berlín, los países pusieron en marcha una nueva ronda de negociaciones para adoptar compromisos más firmes y detallados para los países industrializados, denominados también como “Países Anexo I”. Fue así que después de dos años y medio de negociaciones intensas, se adoptó el Protocolo de Kyoto en la Tercera Conferencia de las Partes celebrada en Kyoto, Japón, el 11 de diciembre de 1997. (PNUMA 2007)

1.3.2.8 Protocolo de Kioto:

El Protocolo de Kioto firmado en Diciembre de 1997, que es el protocolo más importante hasta la fecha, incluye límites legalmente vinculantes para las emisiones de GEI de los países industrializados (países incluidos en el Anexo I del Protocolo). Aunque los límites para cada país son diferentes, el protocolo compromete a los países industrializados a reducir, en conjunto, las emisiones de GEI en 5% bajo de los niveles del 1990 (el año base), durante el período comprendido entre los años 2008 a 2012.

Las metas de reducción cubren los seis principales gases de Efecto Invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre. Algunas actividades en el sector del cambio en el uso del suelo y silvicultura, tales como la deforestación y

reforestación, que emiten o absorben dióxido de carbono de la atmósfera, también son incluidas.

Después de más de cuatro años de debate, los gobiernos acordaron finalmente en el año 2001 un compendio abarcativo de reglas y modalidades en los Acuerdos de Marrakech sobre cómo implementar el Protocolo de Kioto. Los Acuerdos también apuntan a proporcionar a los gobiernos herramientas suficientemente claras para que consideren la ratificación del Protocolo. (PNUMA. 2007).

El protocolo de Kioto estableció 3 mecanismos para facilitar lograr los objetivos de la CMCC, y ayudar a los países industrializados alcanzar sus límites, éstos conjuntamente se llaman “mecanismos flexibles”.

Estos mecanismos son:

➤ **Implementación Conjunta (IC)**

Permite a los países reclamar crédito por las reducciones de emisiones que se generen de la inversión en otros países industrializados, lo cual resulta en una transferencia de equivalentes "unidades de reducción de emisiones" entre los países.

➤ **El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).**

Es un mecanismo cooperativo establecido en el Artículo 12 Protocolo del Protocolo de Kioto, el cual tiene el potencial de ayudar a los países en desarrollo a alcanzar un desarrollo sostenible mediante la promoción de inversiones ambientalmente amigables por parte de gobiernos o empresas de los países industrializados y recibir créditos en la forma de reducciones certificadas de las emisiones conocida como RCE, las cuáles pueden ser

contabilizadas por la Parte Anexo I dentro de sus objetivos nacionales de reducción.

➤ **El Comercio Internacional de Emisiones (CIE).**

Permite a los países transferir parte de sus "derechos de emisiones" (unidades de cantidad atribuida). (PNUMA 2007).

1.3.2.9 Mercado Internacional del Carbono

Hay un Mercado internacional de certificados de emisión de gases de efecto invernadero, en el cual se negocian las Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) obtenidas por la implementación de proyectos MDL. Este mercado se ha desarrollado con bastante rapidez durante los años 2003 y 2004. Así, el total de t CO₂ negociado en el año 2003, fue de 78 millones, mientras que en la primera parte del 2004 se alcanzaron los 64 millones de toneladas.

Este desarrollo se debe al interés que tienen ciertos países desarrollados por adquirir las RCE; principalmente, son algunos países europeos, Canadá y Japón. En esta etapa inicial, se están consolidando también algunos mercados regionales independientes, como son el Mercado de Carbono Europeo, Canadá, Inglaterra y un mercado paralelo en los Estados Unidos y Australia.

En estos mercados empiezan a jugar un papel muy importante los sectores privados de los países interesados, ya que, por ejemplo, en el año 2003 más del 40% del volumen total de certificados fueron comprados por entidades privadas.

Es evidente que el prometedor mercado internacional de certificados del MDL conlleva sus riesgos. Aunque ya ha entrado

en vigor el Protocolo de Kyoto (16 febrero 2005), quedan todavía importantes incertidumbres para los países como son, la rentabilidad real del proyecto, la estabilidad socioeconómica y política en el País anfitrión, el marco jurídico que regula el mercado de capitales, la legislación sobre la inversión extranjera, etc.

En definitiva, la importancia del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, obliga a las empresas, tanto públicas como privadas, a profundizar en sus aspectos técnicos y económicos para identificar mejor los riesgos y retos que se plantean ante el emergente Mercado Internacional del Carbono.

Por otra parte, la Unión Europea ha desarrollado el esquema más representativo a nivel de instalaciones para el comercio de emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) constituyéndose así en el líder mundial de este nuevo tipo de mercados. (PNUMA. 2007).

1.3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

Área Basal: Superficie del área proyectada en metros cuadrados que ocupa un árbol a la altura del pecho. Para un árbol individual se denomina g y para un rodal G.

Altura Comercial: Distancia vertical entre el nivel del tocón (0.30 m) y la posición terminal más alta de un árbol. En el caso de pinos, o hasta donde inicia la ramificación principal de los árboles caso latifoliados.

Altura Total: Distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal más alta de un árbol.

Biomasa: Cualquier estimado cuantitativo de la masa total de organismos que conforman todo o parte de una población o cualquier otra unidad

específica, o dentro de un área dada en un tiempo dado; medidas como volumen masa o energía.

Bosque: Ecosistema compuesto predominantemente por árboles y otra vegetación leñosa que crecen juntos de manera más o menos densa.

Bosques Naturales: Áreas forestales en las que están presentes las características principales y los elementos clave de los ecosistemas naturales, tales como la complejidad, estructura y diversidad.

Bosques Primarios: Es un ecosistema caracterizado por la abundancia de árboles maduros, relativamente no afectados por actividades humanas.

Bosques Secundarios: Son ecosistemas que se regeneran luego de disturbios sustanciales (inundaciones, fuegos, cambios en el uso del suelo o extracciones de madera extensivas e intensivas), caracterizados por la escasez de árboles maduros.

Carbono Potencial: Se refiere al carbono máximo o carbono real que pudiera contener un determinado tipo de vegetación, asumiendo una cobertura total y original.

Carbono Real: Se refiere al flujo de carbono almacenado considerando las condiciones actuales de cobertura en cuanto al área y el estado sucesional: bosque primario, bosque secundario, potrero.

Carbono Fijado: Se refiere al flujo de carbono de la atmósfera a la tierra producto de la recuperación de zonas previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar a bosque clímax. El cálculo, por lo tanto, está definido por el crecimiento de la biomasa convertida a carbono.

Carbono no emitido: Se refiere al carbono salvado de emitirse a la atmósfera por un cambio de cobertura. Se fundamenta en un supuesto riesgo que se tiene de eliminación de los bosques y, por ende, de emisión de carbono. El valor estimado considerando el carbono real y una tasa de deforestación.

Carbono Neutro: Es el procedimiento de pagar a otros para que remuevan o secuestren de la atmósfera el 100% del dióxido de carbono emitido.

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho en los árboles en pie, normalmente se mide a 1.3 m sobre el nivel del suelo.

Deforestación: Cambiar el uso del suelo de “forestal” a “no forestal”. Se practica con fines de explotación comercial, industrial (madera) y doméstica (leña).

Especies: Término utilizado para hacer referencia a un grupo de árboles forestales de rupínea o quinilla, y en su conjunto.

Forcípula: Es un instrumento utilizado para medir el diámetro de los árboles, y consta de una regla graduada y de dos brazos perpendiculares a esta, el uno fijo y el otro que se desplaza a lo largo de la regla.

Fuste: Es la parte del árbol que se comercializa, tronco del árbol, que puede identificarse hasta su cúspide (en coníferas), o confundirse en la ramificación de la copa (Latifoliadas).

Huella de carbono: Es el pago que hace una entidad persona, empresa que quiere reducir sus emisiones por sus actividades.

Metro Cúbico (m³): Volumen de un árbol en pie, excluyendo el tocón y las ramas pero incluyendo la corteza.

Mercado de Carbono: Es el sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir unidades de reducción de emisiones de GEI.

Volumen: Cantidad de madera de un árbol o masa boscosa rinde, según una unidad de medida determinada (metros cúbicos, pies tablares, pulgadas varas).

Volumen de Árboles en Pie: Es el espacio ocupado por la madera de un individuo arbóreo dentro de un ambiente o ecosistema.

Volumen total: Se define como la cantidad de madera estimada en m^3 a partir de la base hasta el ápice del árbol.

Volumen comercial: No incluye las ramas, partes afectadas del individuo y segmentos delgados del fuste.

1.4 VARIABLES

1.4.1 Variable independiente (X):

DAP de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”

1.4.2 Variable dependiente (Y):

Captura de carbono

1.5 HIPÓTESIS

Si evaluamos la captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el Centro de producción e Investigación Pabloyacu, entonces la relación lineal entre estas variables será directa.

H₀: Si evaluamos la captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el Centro de producción e Investigación Pabloyacu, entonces la relación lineal entre estas variables no será directa.

H₁: Si evaluamos la captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el Centro de producción e Investigación Pabloyacu, entonces la relación lineal entre estas variables será directa.

Entonces:

$$H_0: P = 0$$

$$H_1: P \neq 0$$

CAPITULO II

MARCO METODOLOGICO

2.1 TIPO DE INVESTIGACION

2.1.1 De acuerdo a la Orientación

Aplicada

2.1.2 De acuerdo a la Técnica de Contrastación

Descriptiva

2.2 DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de la investigación fue correlacional.

2.3 POBLACION Y MUESTRA

✓ **Población**

La población de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, estuvo comprendida en una superficie de 10 000 m², ubicado en el sector llamado el quinillal, del Centro de Producción e Investigación Pabloyacu.

✓ **Muestra**

Según Rüginitz, Marcos. et al. 2009. El tamaño de la muestra debe representar un equilibrio entre la exactitud, la precisión y el tiempo (costo) de la medición. Para el caso de mediciones del componente arbóreo, el tamaño de la muestra estará relacionado con la cantidad de árboles y diámetro. Para plantaciones de poca densidad, como plantaciones de regeneración natural generalmente se utiliza una parcela de un área de 1000 m². Por tal motivo la investigación fue realizada en dos sectores de 1000 m², donde se tomó un número de 32 individuos por especie, 16 individuos para la especie *Manilkara sp.* “quinilla” y 16 individuos para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, por cada sector.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

2.4.1 Selección del área de estudio

Se selecciono como área de estudio al Centro de Producción e Investigación Pabloyacu por presentar mayor abundancia en las especies estudiadas.

2.4.2 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu, caserío de Marona del distrito de Moyobamba, Departamento de San Martín, a 1 hora a pie desde la carretera Fernando Belaunde Terri, comprende una área de 10 000 m² (1 ha), donde se anido dos sectores de 1 000 m² cada uno, donde se observa que la mayoría de especies presenta medidas menores a 30cm de Diámetro altura al pecho (DAP), siendo el primer sector con abundante sotobosque en la parte central, sin embargo en el sector 2, se presenta una menor densidad boscosa, y menor sotobosque; así mismo se denomina al bosque presente en el fundo pabloyacu, como Bosque pre montano Tropical. (ver anexo 01).

2.4.3 Tamaño de la muestra

La muestra de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” fue de 32 individuos por especie, los cuales estuvieron distribuida en dos sectores de 1 000 m² cada uno (ver anexo N° 02)

2.4.4 Delimitación de los sectores de estudio

La delimitación del sector de *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, se realizó inicialmente en una área total de 10 000 m², posteriormente se dividió en dos sectores de 1000 m² (20m x 50m) cada una (Ver anexo N° 02).

2.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

2.5.1 Cálculo biométrico de las especies de estudio.

Se utilizó el método indirecto, para el cálculo de los datos biométricos de las especies en estudio, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

Diámetro a la altura del pecho (DAP):

Es el diámetro del árbol a 1,30 m de altura sobre el nivel del suelo.

Area Basal (AB)

$$AB = \frac{3,1416 \text{ DAP}^2}{4}$$

Altura total (Ht)

$$Ht = d_1 \times (\text{Tan } \alpha_1 + \text{Tan } \alpha_3)$$

Altura comercial (Hc)

$$Hc = d_2 \times (\text{Tan } \alpha_1 + \text{Tan } \alpha_2)$$

Volumen comercial (Vc)

$$Vt = AB \times Hc \times Fc$$

Donde:

V = Volumen del árbol en m³

AB = Área basal en m²

H = Altura o longitud del árbol en m

F = Factor o coeficiente de forma

Volumen total (Vc)

$$V_t = AB \times H_t \times F_c$$

2.5.2 Biomasa Arbórea Viva (Kg/árbol):

$$BA = 0.1184DAP^{2.53}$$

Donde:

BA = Biomasa arboles vivos y muertos de pie

0.1184 = constante

DAP = Diámetro a la altura del pecho

2.53 = constante

2.5.3 Biomasa Arbórea Viva Total (Tn/ha)

Para calcular la biomasa por hectárea, sumamos las biomásas de todos los árboles medidos y registrados (BAVT), es decir:

$$BAVT \text{ (Tn/ha)} = BTAV * 10$$

Donde:

BAVT = biomasa de árboles vivos en Tn/ha

BTAV = biomasa total de los sectores.

10 = factor de conversión para la Sector

2.5.4 Cálculo del Carbono en la Biomasa Vegetal Total (Tn/ha)

$$CBV(\text{Tn/ha}) = BVT * 0.45$$

Donde:

CBV = carbono en la biomasa vegetal.

BVT = biomasa vegetal total.

0.45 = constante (proporción de carbono, asumido por convención).

2.5.5 Cálculo de regresión lineal simple

Recta de regresión de Y sobre X.

$$Y = a + bX$$

Donde:

a = ordenada en el origen

b = coeficiente de regresión de Y sobre X = pendiente de la recta de regresión

Y = predicciones de Y para el valor X observado.

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Recta de regresión de X sobre Y.

$$X = a' + b'y$$

Donde:

a' = ordenada en el origen

b' = coeficiente de regresión de X sobre Y = pendiente de la recta de regresión.

X = predicciones de X para el valor Y observado.

$$a' = \bar{x} - b'\bar{y}$$

$$b' = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2}$$

2.5.6 Coeficiente de correlación de PEARSON

$$r = \sqrt{b * b'}$$

2.5.7 Coeficiente de determinación

$$R^2 = r^2$$

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 RESULTADOS

3.1.1. Inventario biométrico

En la evaluación para el inventario biométrico de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno y dos, utilizando datos de campo y con procesamiento mediante fórmulas, se encontraron las mediciones, máximas, mínimas y promedios que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 01: Promedio de datos biométricos de *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” por sectores, Moyobamba - 2013.

SECTOR	ESPECIE		DAP (cm)	AREA BASAL (m ²)	ALTURA TOTAL (m)
UNO	Quinilla	Mín.	10.3	0.020	7.14
		Máx.	32.3	0.073	15.61
		Promedio	22.29	0.043	13.19
	Rupiña	Mín.	5.07	0.0020	5.25
		Máx.	24.13	0.0457	18.36
		Promedio	12.47	0.0168	12.60
DOS	Quinilla	Mín.	11.3	0.080	10.56
		Máx.	36.2	0.034	16.22
		Promedio	21.54	0.042	13.41
	Rupiña	Mín.	6.77	0.004	11.65
		Máx.	19.70	0.030	19.27
		Promedio	12.33	0.013	15.46

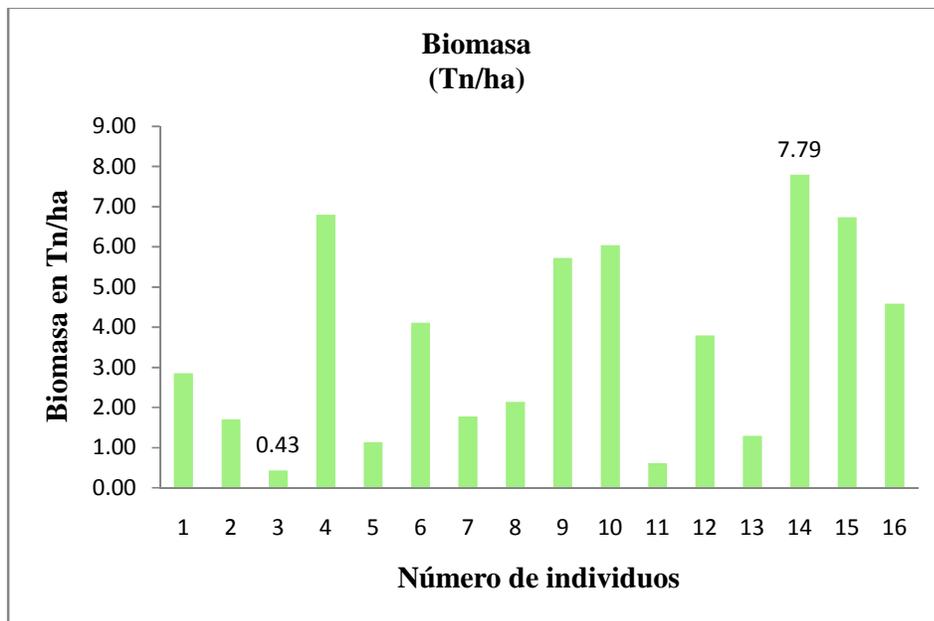
Los datos de todos los individuos por cada sector y especie obtenidos en campo, se muestran en las tablas del N° 15 al N° 18 ubicadas en el anexo 04.

3.1.2 Cantidad de captura de carbono y biomasa en *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.

Tabla N° 02: Biomasa Arbórea Viva en el sector uno en la Especie *Manilkara sp.* “Quinilla” por individuo, Moyobamba-2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Quinilla"	21.7	284.84	2.85	1.28
2	"Quinilla"	17.7	170.11	1.70	0.77
3	"Quinilla"	10.3	43.23	0.43	0.19
4	"Quinilla"	30.6	679.56	6.80	3.06
5	"Quinilla"	15.1	113.81	1.14	0.51
6	"Quinilla"	25.1	411.65	4.12	1.85
7	"Quinilla"	18.0	177.50	1.77	0.80
8	"Quinilla"	19.4	214.53	2.15	0.97
9	"Quinilla"	28.6	572.74	5.73	2.58
10	"Quinilla"	29.2	603.63	6.04	2.72
11	"Quinilla"	11.8	60.98	0.61	0.27
12	"Quinilla"	24.3	379.26	3.79	1.71
13	"Quinilla"	15.9	129.68	1.30	0.58
14	"Quinilla"	32.3	779.17	7.79	3.51
15	"Quinilla"	30.5	673.95	6.74	3.03
16	"Quinilla"	26.2	458.83	4.59	2.06
TOTAL		356.7	5753.47	57.53	25.89
PROMEDIO		22.3	359.59	3.60	1.62

GRÁFICO N° 01: Distribución de biomasa por individuo en la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector uno expresada en Tn/ha.

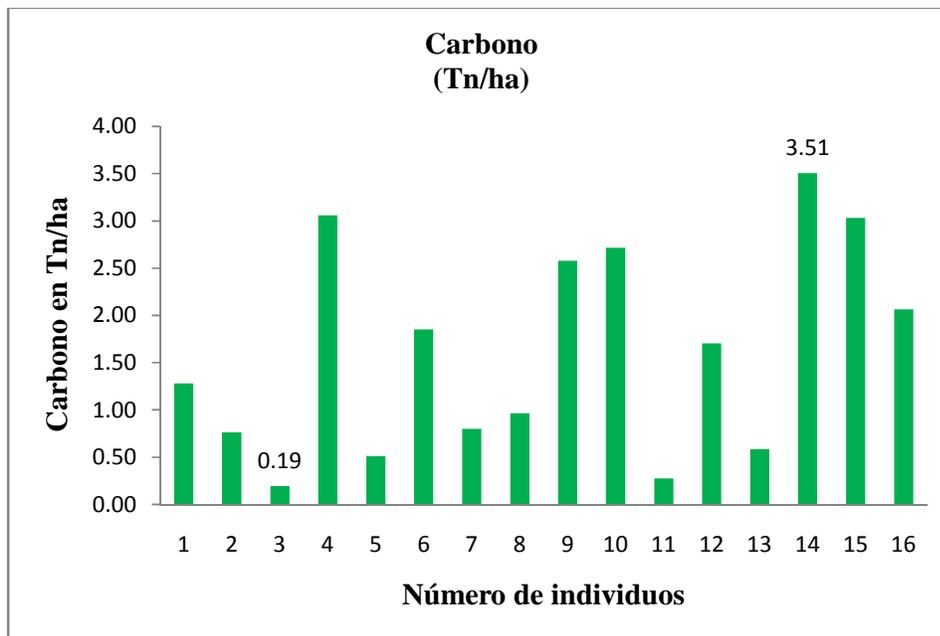


Fuente: Tabla N° 01.

Interpretación:

La cantidad de biomasa para el sector uno para la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, el valor más alto se encontró en el individuo 14 con una cantidad de 7.79 Tn/ha, y la cantidad menor es de 0.43 Tn/ha, en el individuo número 3. La cantidad de biomasa en los individuos varía entre 0.43 Tn/ha y 7.79 Tn/ha. Presentando un promedio por individuo de 3.60 Tn/ha.

GRÁFICO N° 02: Distribución de la captura de carbono por individuo en la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector uno expresada en Tn/ha.



Fuente: Tabla N° 01.

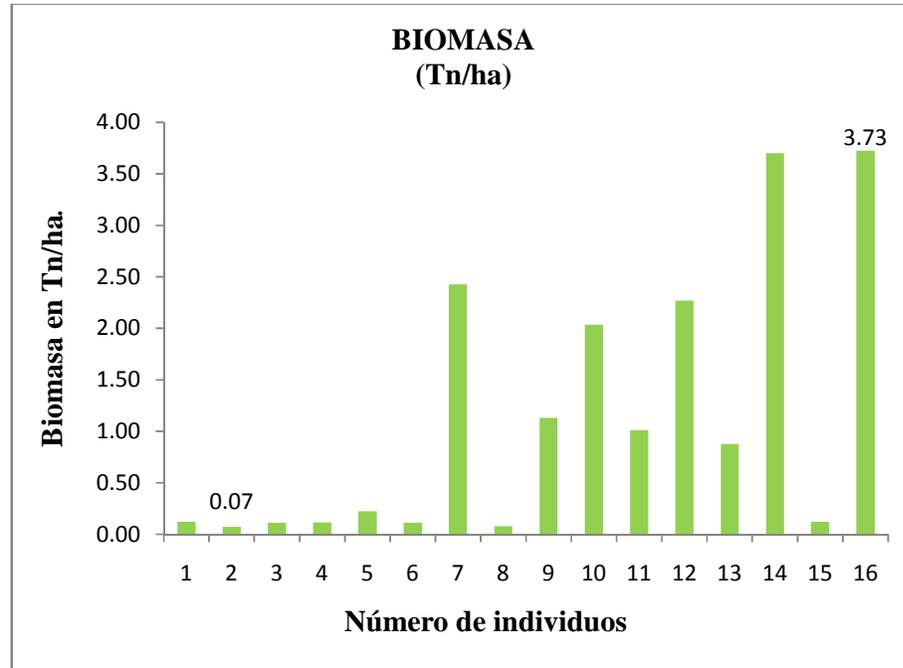
Interpretación:

El carbono capturado en *Manilkara sp.* “Quinilla”, se encontró una cantidad mínima de 0.19 Tn/ha en el individuo número 3, y la mayor cantidad es de 3.51 Tn/ha en el individuo 14, la variación presentada en captura de carbono en los individuos, estuvo entre 0.19 Tn/ha y 3.51 Tn/ha; la cantidad promedio de captura de carbono registrado por los 16 individuos de *Manilkara sp.* “Quinilla” fue de 1.62 Tn/ha por individuo, en el sector uno.

Tabla N° 03: Biomasa Arbórea Viva por individuo en la Especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	“Rupiña”	6.27	12.32	0.12	0.06
2	“Rupiña”	5.07	7.19	0.07	0.03
3	“Rupiña”	6.07	11.35	0.11	0.05
4	“Rupiña”	6.1	11.49	0.11	0.05
5	“Rupiña”	7.92	22.24	0.22	0.10
6	“Rupiña”	6.07	11.35	0.11	0.05
7	“Rupiña”	20.37	242.72	2.43	1.09
8	“Rupiña”	5.23	7.78	0.08	0.04
9	“Rupiña”	15.07	113.23	1.13	0.51
10	“Rupiña”	19	203.52	2.04	0.92
11	“Rupiña”	14.4	100.93	1.01	0.45
12	“Rupiña”	19.83	226.77	2.27	1.02
13	“Rupiña”	13.62	87.66	0.88	0.39
14	“Rupiña”	24.07	370.24	3.70	1.67
15	“Rupiña”	6.27	12.32	0.12	0.06
16	“Rupiña”	24.13	372.58	3.73	1.68
Total		199.49	1813.61	18.14	8.16
Promedio		12.47	113.35	1.13	0.51

GRÁFICO N° 03: Distribución de biomasa por individuo en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno, expresada en Tn/ha.

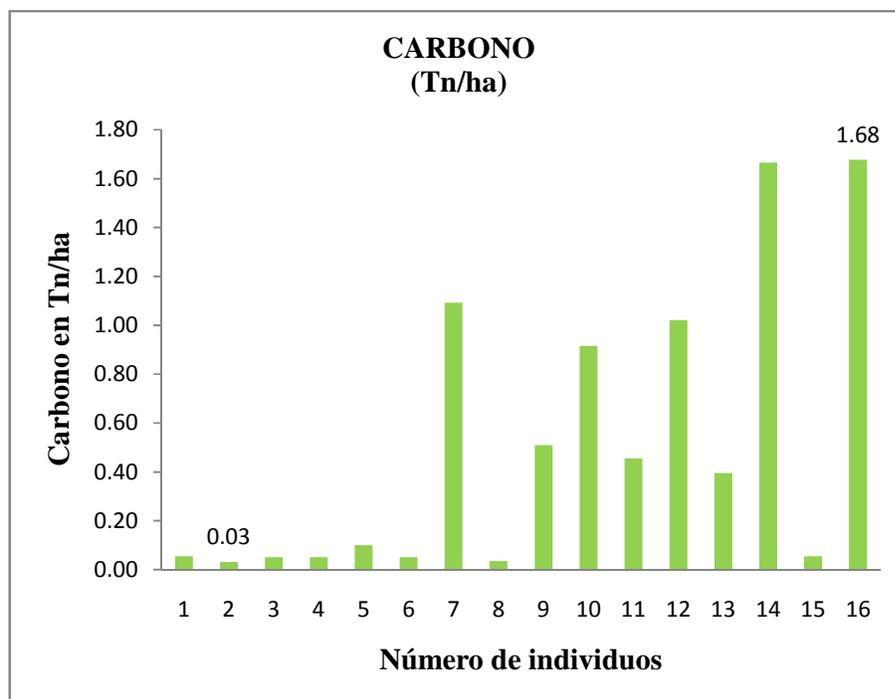


Fuente: Tabla N° 02.

Interpretación:

En la biomasa de los individuos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” evaluados en el sector uno, determinan que la mayor cantidad registrada es 3.73 Tn/ha en el individuo número 16; y se registró una mínima 0.07 Tn/ha en el individuo número 2, variando la cantidad de biomasa en los 16 individuos entre 0.07 Tn/ha y 3.73 Tn/ha, y presentando un promedio de 1,13 Tn/ha por individuo.

GRÁFICO N° 04: Distribución de la captura de carbono por individuo en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno expresada en Tn/ha.



Fuente: Tabla N° 02.

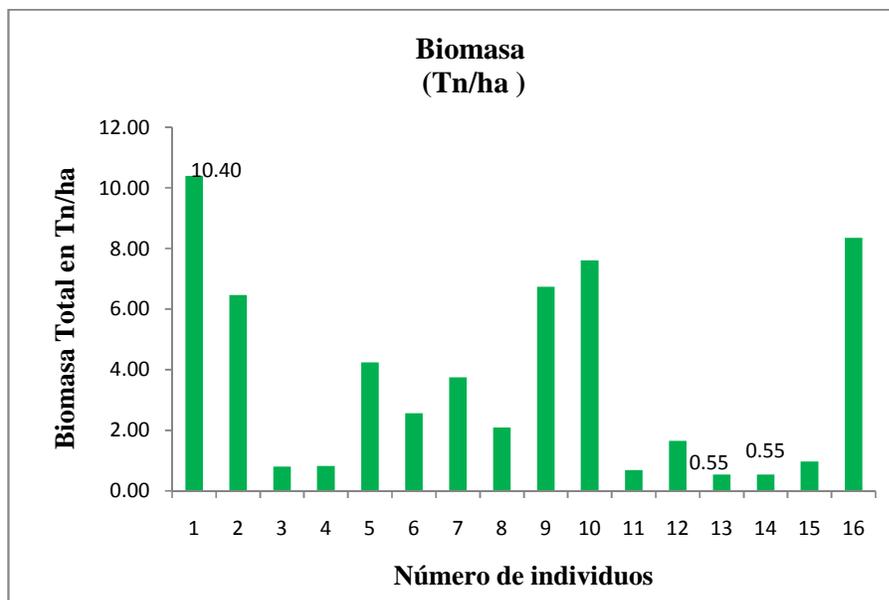
Interpretación:

Los resultados obtenidos en captura de carbono en el sector uno, muestran que hay un máximo de 1.68 Tn/ha en el individuo número 16; se presenta un mínimo de 0.03 Tn/ha en el individuo número 2, presentando una variación en la cantidad de carbono por individuo entre 0.03 Tn/ha y 1.68 Tn/ha, y un promedio de 0.51Tn/ha calculado en el sector 01 de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”

Tabla N° 04: Biomasa Arbórea Viva por individuo en la Especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector dos, Moyobamba-2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Quinilla"	36.2	1039.64	10.4	4.68
2	"Quinilla"	30	646.35	6.46	2.91
3	"Quinilla"	13.2	80.98	0.81	0.36
4	"Quinilla"	13.3	82.55	0.83	0.37
5	"Quinilla"	25.4	424.21	4.24	1.91
6	"Quinilla"	20.8	255.89	2.56	1.15
7	"Quinilla"	24.2	375.32	3.75	1.69
8	"Quinilla"	19.2	208.98	2.09	0.94
9	"Quinilla"	30.5	673.95	6.74	3.03
10	"Quinilla"	32	760.99	7.61	3.42
11	"Quinilla"	12.4	69.14	0.69	0.31
12	"Quinilla"	17.5	165.29	1.65	0.74
13	"Quinilla"	11.3	54.66	0.55	0.25
14	"Quinilla"	11.3	54.66	0.55	0.25
15	"Quinilla"	14.2	97.42	0.97	0.44
16	"Quinilla"	33.2	835.28	8.35	3.76
TOTAL		344.70	5825.31	58.25	26.21
PROMEDIO		21.54	364.08	3.64	1.64

GRÁFICO N° 05: Distribución de biomasa por individuo en la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector dos expresada en Tn/ha.

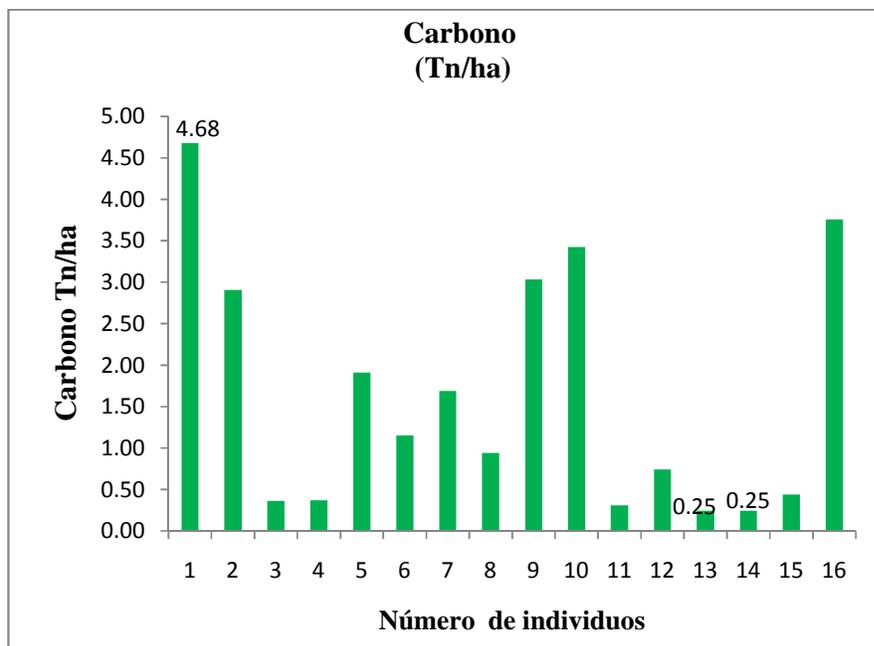


Fuente: Tabla N° 03.

Interpretación:

La mayor cantidad de biomasa que se registró fue de 10.40 Tn/ha en el individuo número 1, y la menor cantidad es de 0.55 Tn/ha en los individuos 13 y 14, lo cual indica que la cantidad de biomasa encontrada en los individuos del sector dos para la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” varía entre 0.55 Tn/ha. y 10.40 Tn/ha y la biomasa en los 16 individuos dio un promedio de 3.64 Tn/ha para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”

GRÁFICO N° 06: Distribución de la captura de carbono por individuo en la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector dos expresada en Tn/ha



Fuente: Tabla N° 03.

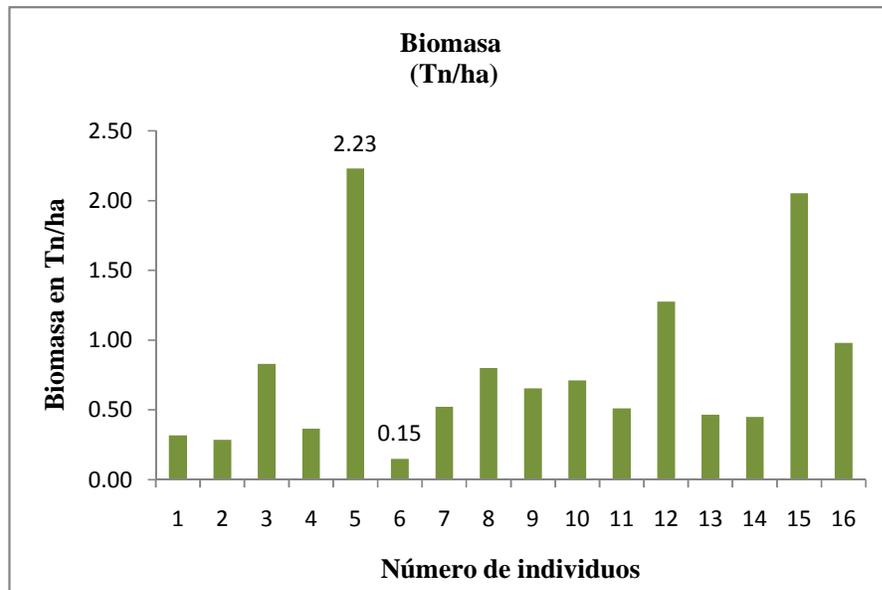
Interpretación:

En relación a la cantidad de carbono capturado por individuo, la cantidad máxima de carbono registrado se encontró en el individuo número 1, con 4.68 Tn/ha correspondiente y la menor cantidad de carbono encontrado fue de 0.25 Tn/ha en los individuos 13 y 14. Estando entre 0.25 Tn/ha a 4.68 Tn/ha la cantidad de carbono capturado por cada individuo, y un promedio de 1.64 Tn/ha por individuo en captura de carbono en el sector dos.

Tabla N° 05: Biomasa Arbórea Viva por individuo en la Especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el sector dos, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	“Rupiña”	9.10	31.60	0.32	0.14
2	“Rupiña”	8.73	28.48	0.29	0.13
3	“Rupiña”	13.33	83.07	0.83	0.37
4	“Rupiña”	9.63	36.50	0.37	0.16
5	“Rupiña”	19.70	223.02	2.23	1.00
6	“Rupiña”	6.77	14.93	0.15	0.07
7	“Rupiña”	11.10	52.24	0.52	0.24
8	“Rupiña”	13.13	79.95	0.80	0.36
9	“Rupiña”	12.13	65.44	0.65	0.30
10	“Rupiña”	12.53	71.03	0.71	0.32
11	“Rupiña”	11.00	51.06	0.51	0.23
12	“Rupiña”	15.80	127.63	1.28	0.57
13	“Rupiña”	10.60	46.49	0.47	0.21
14	“Rupiña”	10.47	45.03	0.45	0.20
15	“Rupiña”	19.07	205.33	2.05	0.92
16	“Rupiña”	14.23	98.00	0.98	0.44
Total		197.32	1259.80	12.61	5.67
Promedio		12.33	314.95	0.79	0.35

GRÁFICO N° 07: Distribución de Biomasa por individuo en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos.

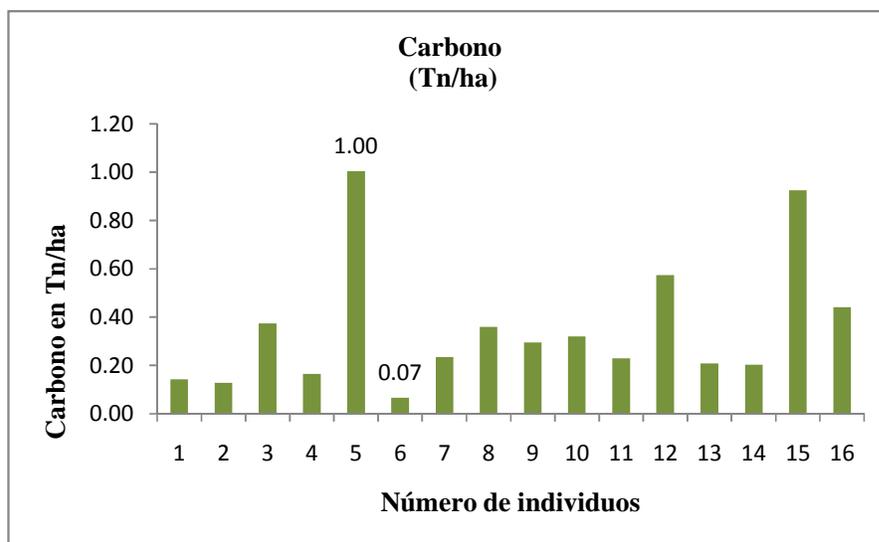


Fuente: Tabla N° 04.

Interpretación:

Los resultados obtenidos de biomasa en el sector dos muestran que hay un máximo de 2.23 Tn/ha en el individuo 5 y un mínimo de 0.15 Tn/ha en el individuo 6, lo cual indica que la cantidad de biomasa varía entre 0.15 Tn/ha. y 2.23 Tn/ha, y presenta un promedio por individuo de 0.79 Tn/ha de biomasa de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el sector dos.

GRÁFICO N° 08: Distribución de la captura de carbono por individuo en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos



Fuente: Tabla N° 04.

Interpretación:

La cantidad de captura de carbono en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, presentó un máximo de 1.00 Tn/ha en el individuo número 5 y un mínimo de 0.07 Tn/ha en el individuo número 06, y un promedio de 0.35 Tn/ha de carbono por individuo de *Myrcia sp.* en el sector dos.

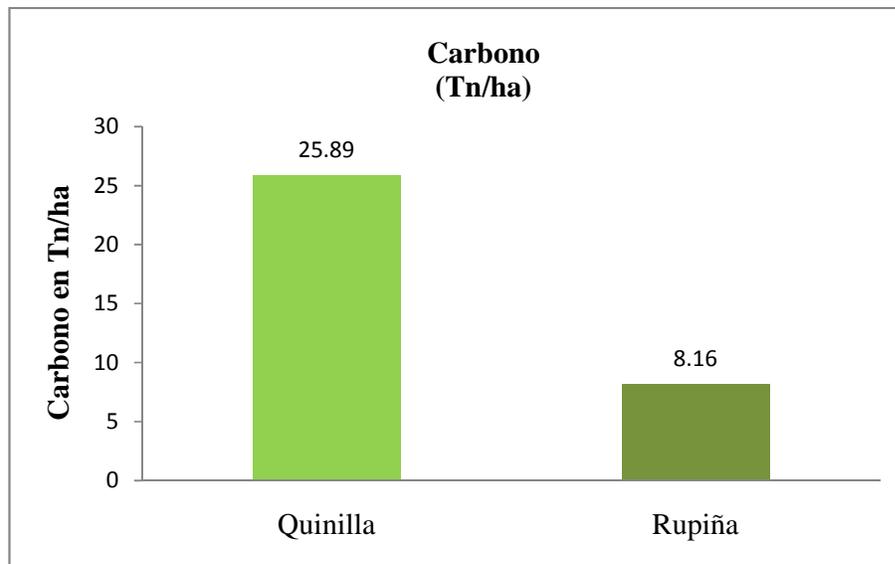
3.1.3 Comparación de la cantidad de captura de carbono entre *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”

En los gráficos 09 al 11 se representan las diferencias de carbono de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” en los sectores uno y dos.

Tabla N° 06: Cantidad total y promedio de captura de carbono entre las especies *Myrcia sp.* “Rupiña” y *Manilkara sp.* “Quinilla”, Moyobamba - 2013.

Especies	Carbono Tn/ha		Total por especie Tn/ha	Promedio Tn/ha
	Sector uno	Sector dos		
Quinilla	25.89	26.21	52.1	26.05
Rupiña	8.16	5.67	13.83	6.92
Total por sector	34.05	31.88		

GRÁFICO N° 09: Distribución de la captura de carbono en las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno



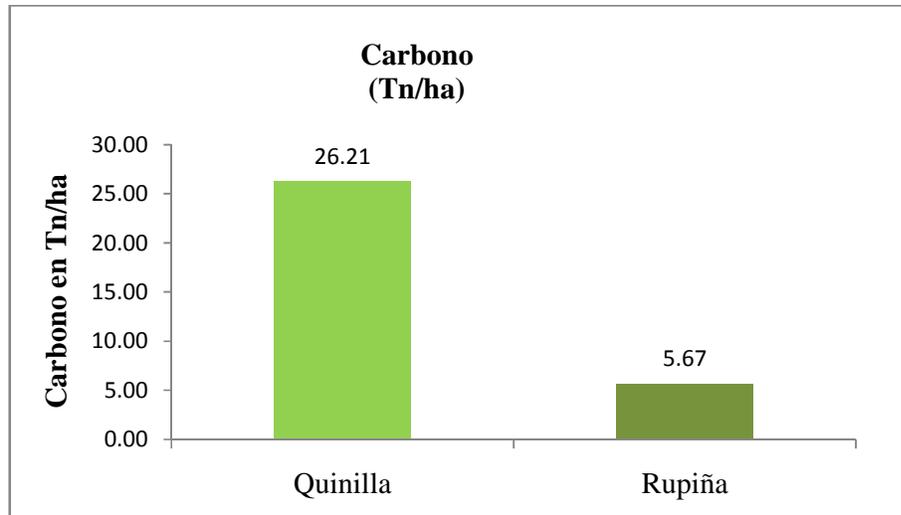
Fuente: Tabla N° 05.

Interpretación:

La mayor cantidad de captura de carbono para el sector uno está representada por la *Manilkara sp.* “Quinilla” con una cantidad de 25.89 Tn/ha, y la menor cantidad de captura de carbono se encuentra en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” con una cantidad de 8.16 Tn/ha. por lo

tanto la diferencia entre la especie de *Myrcia sp.* “Rupiña” y *Manilkara sp.* “Quinilla”, para el sector uno, es de 17.73 Tn/ha.

GRÁFICO N° 10: Distribución de la captura de carbono en las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos

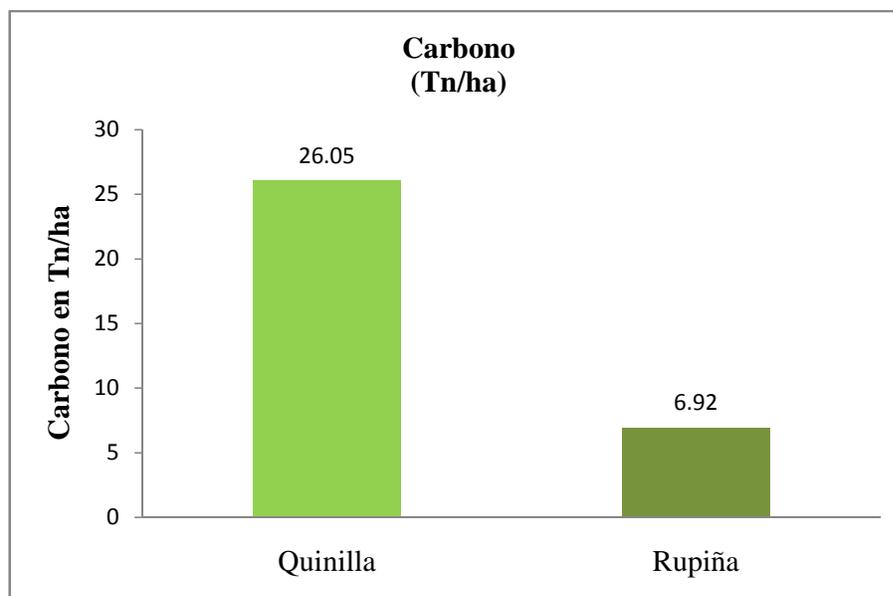


Fuente: Tabla N° 05.

Interpretación:

La menor cantidad de captura de carbono registrada fue de 5.67 Tn/ha para *Myrcia sp.* “Rupiña”, a comparación de la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” que presentó un total de 26.21 Tn/ha, siendo la más eficiente respecto a la captura de carbono en el sector dos, presentando una diferencia de 20.54 Tn/ha entre las dos especies para el sector dos.

GRÁFICO N° 11: Distribución de la captura de carbono promedio en las especie *Manilkara sp* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.



Fuente: Tabla N° 05.

Interpretación:

La cantidad de captura de carbono promedio por hectárea para la especie de *Manilkara sp.* “Quinilla”, es de 26.05 Tn/ha, y para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, es de 6.92 Tn/ha. Existiendo una diferencia de 19.13 Tn/ha entre las dos especies, siendo la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” la que mayor cantidad de carbono capturado presentado en el sector quinillal.

1.3.4. Captura de carbono y el DAP de *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”.

Para calcular los datos estadísticos se utilizó el software estadístico PAST. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 07: Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono, en 16 individuos de la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, en el sector uno.

<i>Manilkara sp.</i> “Quinilla” sector uno			
DAP	Interpretación	Carbono	Interpretación
Mín.: 10.3 cm	El DAP mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 10.3 cm	Mín.: 0.19 Tn/ha	La cantidad de carbono mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 0.19 Tn/ha
Máx.: 32.3 cm	El DAP máximo registrado para la especie quinilla, fue de 32.3 cm	Máx.: 3.51 Tn/ha	La cantidad de carbono máximo registrado para la especie quinilla, fue de 3.51 Tn/ha
Promedio: 22.29 cm	El DAP promedio de la especie quinilla, fue de 22.29 cm.	Promedio: 1.62 Tn/ha	La cantidad de captura de carbono promedio de la especie quinilla, fue de 1.62 Tn/ha
Desv. estándar: 7.05 cm	Existe una variación de 7.05 cm , respecto al DAP promedio registrado en el área.	Desv. estándar: 1.1 Tn/ha	Existe una variación de 1.1 Tn/ha , respecto a la cantidad de carbono promedio registrado en el área.
Coefficiente de Variación: 31.63%	Los datos provienen de una población heterogénea.	Coefficiente de Variación: 67.9%	Los datos provienen de una población heterogénea.
Coefficiente de Kurtosis: -1.34 cm	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es -1.34cm ; por tanto, la distribución es <i>planicúrtica</i> .	Coefficiente de Kurtosis: -1.42 Tn/ha	El Coeficiente de curtosis de la distribución del carbono es -1.42 Tn/ha ; por tanto, la distribución es <i>planicúrtica</i> .

Tabla N° 08: Cálculo de regresión para la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector uno, Moyobamba - 2013.

x (DAP)	y (C)	n	n.x	n.y	n.x ²	ny ²	n.xy
21.7	1.28	1	21.7	1.28	470.89	1.64	27.78
17.7	0.77	1	17.7	0.77	313.29	0.59	13.63
10.3	0.19	1	10.3	0.19	106.09	0.04	1.96
30.6	3.06	1	30.6	3.06	936.36	9.36	93.64
15.1	0.51	1	15.1	0.51	228.01	0.26	7.70
25.1	1.85	1	25.1	1.85	630.01	3.42	46.44
18.0	0.80	1	18	0.8	324.00	0.64	14.40
19.4	0.97	1	19.4	0.97	376.36	0.94	18.82
28.6	2.58	1	28.6	2.58	817.96	6.66	73.79
29.2	2.72	1	29.2	2.72	852.64	7.40	79.42
11.8	0.27	1	11.8	0.27	139.24	0.07	3.19
24.3	1.71	1	24.3	1.71	590.49	2.92	41.55
15.9	0.58	1	15.9	0.58	252.81	0.34	9.22
32.3	3.51	1	32.3	3.51	1043.29	12.32	113.37
30.5	3.03	1	30.5	3.03	930.25	9.18	92.42
26.2	2.06	1	26.2	2.06	686.44	4.24	53.97
Total		16	356.7	25.89	8698.13	60.03	691.29
Promedio			22.3	1.62			

Recta de regresión de Y sobre X.

$$Y = a + bX = -1.73 + (0.15 * X)$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{16 * 691.29 - (356.7 * 25.89)}{16 * 8698.13 - (356.7)^2} = \frac{1825.677}{11935.19} = 0.15$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 1.62 - (0.15 * 22.3) = 1.62 - 3.35 = -1.73$$

Recta de regresión de X sobre Y.

$$X = a' + b'y = 16.01 + (6.29 * Y)$$

$$b' = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2} = \frac{16 * 691.29 - (356.7 * 25.89)}{16 * 60.03 - (25.89)^2} = \frac{1825.677}{290.19} = 6.29$$

$$a' = \bar{x} - b' \cdot \bar{y} = 22.3 - (6.29 * 1.62) = 22.3 - 10.19 = 12.11$$

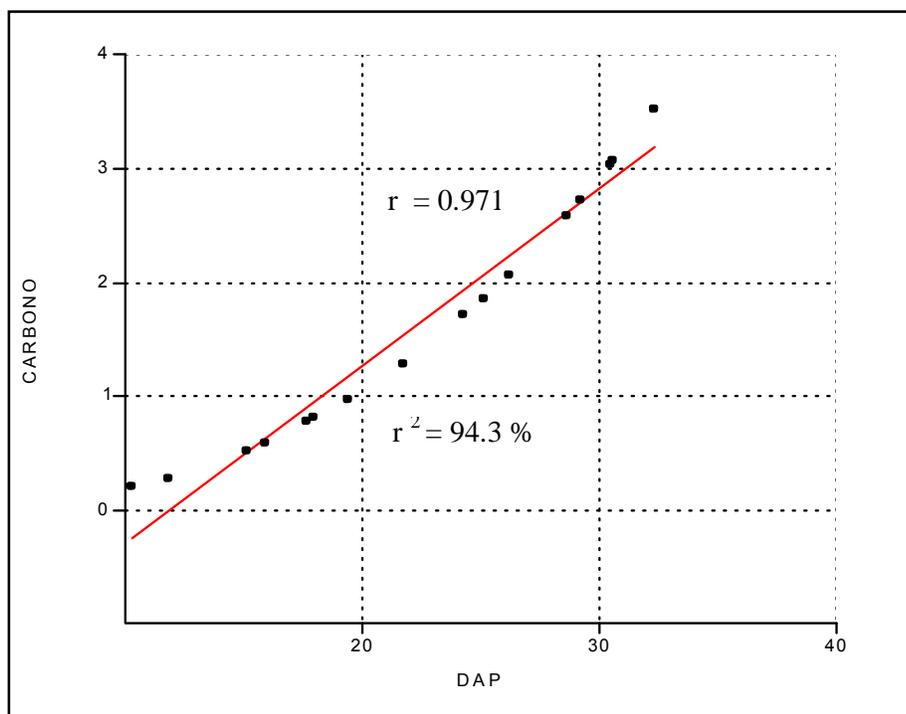
Coefficiente de correlación de PEARSON

$$r = \sqrt{b * b'} = \sqrt{0.15 * 6.29} = 0.971$$

Coefficiente de determinación

$$R^2 = r^2 = 0.971^2 = 0.943, \text{ entonces } R^2 = 94.3\%$$

GRÁFICO N° 12: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector uno.



Interpretación:

Existe una asociación entre las variables, con $r = 0.971$. Esto nos quiere decir que la relación entre ambas variables es perfecta positiva, cuanto más mayor es la medida en DAP, mayor es la cantidad de carbono capturado.

Y el coeficiente de determinación calculado a partir del valor de “r” en r^2 es 94.3 %, este valor indica que, del 100% de las variaciones existentes en la captura de carbono realizado por la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, el 94.3 % se debe a la variable DAP.

Tabla N° 09: Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el sector uno.

<i>Myrcia sp.</i> “Rupiña” sector uno			
DAP	Interpretación	Carbono	Interpretación
Mín.: 5.07 cm	El DAP mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 5.07 cm	Mín.: 0.03 Tn/ha	La cantidad de carbono mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 0.03 Tn/ha
Máx.: 24.13 cm	El DAP máximo registrado para la especie quinilla, fue de 24.13 cm	Máx.: 1.68 Tn/ha	La cantidad de carbono máximo registrado para la especie quinilla, fue de 1.68 Tn/ha
Promedio:12.47 cm	El DAP promedio de la especie quinilla, fue de 12.41 cm.	Promedio: 0.51 Tn/ha	La cantidad de captura de carbono promedio de la especie quinilla, fue de 0.51 Tn/ha
Desv. estándar: 7.16 cm	Existe una variación de 7.16 cm , respecto al DAP promedio registrado en el área.	Desv. estándar: 0.59 Tn/ha	Existe una variación de 1.79 Tn/ha , respecto a la cantidad de carbono promedio registrado en el área.
Coefficiente de Variación: 57.42%	Los datos provienen de una población heterogénea.	Coefficiente de Variación: 115.69%	Los datos provienen de una población heterogénea.
Coefficiente de Kurtosis: -1.49 cm	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es -1.49cm ; por tanto, la distribución es <i>planicúrtica</i>	Coefficiente de Kurtosis: -0.67 Tn/ha	El Coeficiente de curtosis de la distribución del carbono es -0.67 Tn/ha ; por tanto, la distribución es <i>planicúrtica</i> .

Tabla N° 10: Cálculo de regresión para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno, Moyobamba - 2013.

x (DAP)	y (C)	n	n. x	n.y	n.x ²	ny ²	n.xy
6.27	0.06	1.00	6.27	0.06	39.313	0.004	0.376
5.07	0.03	1.00	5.07	0.03	25.705	0.001	0.152
6.07	0.05	1.00	6.07	0.05	36.845	0.003	0.304
6.10	0.05	1.00	6.10	0.05	37.210	0.003	0.305
7.92	0.10	1.00	7.92	0.1	62.726	0.010	0.792
6.07	0.05	1.00	6.07	0.05	36.845	0.003	0.304
20.37	1.09	1.00	20.37	1.09	414.937	1.188	22.203
5.23	0.04	1.00	5.23	0.04	27.353	0.002	0.209
15.07	0.51	1.00	15.07	0.51	227.105	0.260	7.686
19.00	0.92	1.00	19.00	0.92	361.000	0.846	17.480
14.4	0.45	1.00	14.4	0.45	207.360	0.203	6.480
19.83	1.02	1.00	19.83	1.02	393.229	1.040	20.227
13.62	0.39	1.00	13.62	0.39	185.504	0.152	5.312
24.07	1.67	1.00	24.07	1.67	579.365	2.789	40.197
6.27	0.06	1.00	6.27	0.06	39.313	0.004	0.376
24.13	1.68	1.00	24.13	1.68	582.257	2.822	40.5384
Total		16	199.49	8.17	3256.067	9.328	162.940
Promedio			12.47	0.51			

Recta de regresión de Y sobre X.

$$Y = a + bX = -0.475 + (0.079 * X)$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{16 * 162.940 - (199.49 * 8.17)}{16 * 3256.067 - (199.49)^2} = \frac{977.207}{12300.812} = 0.079$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 0.51 - (0.079 * 12.47) = 0.51 - 0.985 = -0.475$$

Recta de regresión de X sobre Y.

$$X = a' + b'y = 6.429 + (11.845 * Y)$$

$$b' = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2} = \frac{16 * 162.940 - (199.49 * 8.17)}{16 * 9.328 - (8.17)^2} = \frac{977.207}{82.499} = 11.845$$

$$a' = \bar{x} - b \cdot \bar{y} = 12.47 - (11.845 * 0.51) = 12.47 - 6.041 = 6.429$$

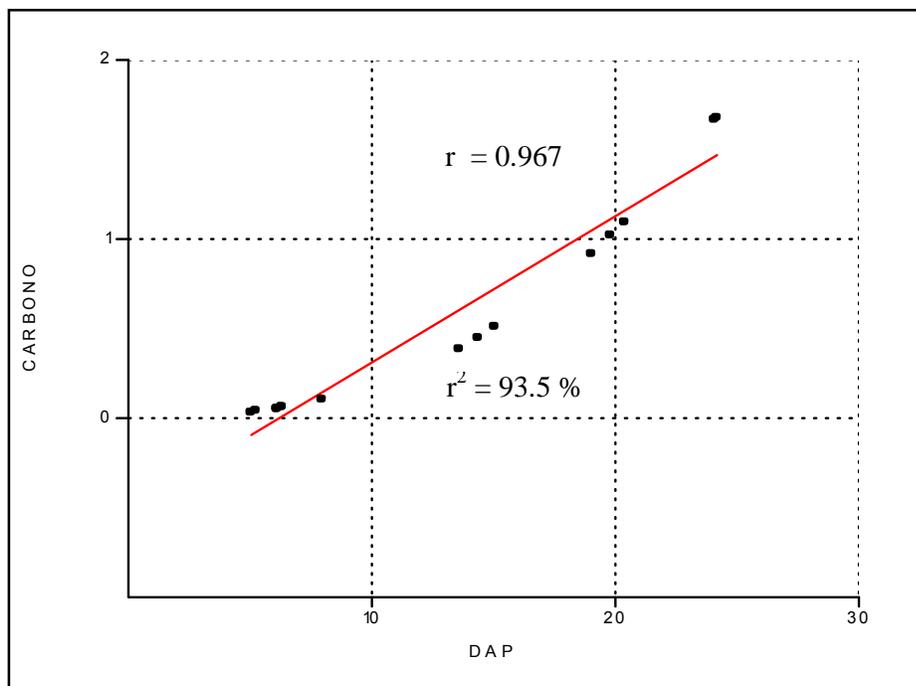
Coefficiente de correlación de PEARSON

$$r = \sqrt{b * b'} = \sqrt{0.079 * 11.845} = 0.967$$

Coefficiente de determinación

$$R^2 = r^2 = 0.967^2 = 0.935, \text{ entonces } R^2 = 93.5\%$$

GRÁFICO N° 13: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno



Interpretación:

Existe un alto grado de asociación entre las variables, con $r = 0.967$. Esto nos quiere decir que la relación entre ambas variables es perfecta positiva, cuanto más mayor es la medida en DAP, mayor es la cantidad de carbono capturado.

Y el coeficiente de determinación calculado a partir del valor de “r” en r^2 es de 93.5 %, este valor indica que del 100% de las variaciones, existentes en la captura de carbono realizado por la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, el 93.5 % se debe a la variable DAP.

Tabla N° 11: Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono en 16 individuos de la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, en el sector dos.

<i>Manilkara sp.</i> “Quinilla”, sector dos			
DAP	Interpretación	Carbono	Interpretación
Mín.: 11.3 cm	El DAP mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 11.3 cm	Mín.: 0.25 Tn/ha	La cantidad de carbono mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 0.25Tn/ha
Máx.: 36.2 cm	El DAP máximo registrado para la especie quinilla, fue de 36.2 cm	Máx.: 4.68 Tn/ha	La cantidad de carbono máximo registrado para la especie quinilla, fue de 4.68 Tn/ha
Promedio: 21.54 cm	El DAP promedio de la especie quinilla , fue de 21.54 cm.	Promedio: 1.64 Tn/ha	La cantidad de captura de carbono promedio de la especie quinilla , fue de 1.64 Tn/ha
Desv. estándar: 8.72 cm	Existe una variación de 8.72 cm , respecto al DAP promedio registrado en el área.	Desv. estándar: 1.47 Tn/ha	Existe una variación de 1.47 Tn/ha , respecto a la cantidad de carbono promedio registrado en el área.
Coefficiente de Variación: 40.5%	Los datos provienen de una población heterogénea.	Coefficiente de Variación: 89.6%	Los datos provienen de una población heterogénea.
Coefficiente de Kurtosis: -1.5 cm	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es -1.5cm ; por tanto, la distribución es planicúrtica	Coefficiente de Kurtosis: -0.98 Tn/ha	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es -0.98Tn/ha ; por tanto, la distribución es planicúrtica

Tabla N° 12: Cálculo de regresión para la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector dos, Moyobamba - 2013.

x (DAP)	y (C)	n	n. x	n.y	n.x ²	ny ²	n.xy
36.2	4.68	1	36.2	4.68	1310.440	21.902	169.416
30	2.91	1	30	2.91	900.000	8.468	87.300
13.2	0.36	1	13.2	0.36	174.240	0.130	4.752
13.3	0.37	1	13.3	0.37	176.890	0.137	4.921
25.4	1.91	1	25.4	1.91	645.160	3.648	48.514
20.8	1.15	1	20.8	1.15	432.640	1.323	23.920
24.2	1.69	1	24.2	1.69	585.640	2.856	40.898
19.2	0.94	1	19.2	0.94	368.640	0.884	18.048
30.5	3.03	1	30.5	3.03	930.250	9.181	92.415
32	3.42	1	32.0	3.42	1024.000	11.696	109.44
12.4	0.31	1	12.4	0.31	153.760	0.096	3.844
17.5	0.74	1	17.5	0.74	306.250	0.548	12.950
11.3	0.25	1	11.3	0.25	127.690	0.063	2.825
11.3	0.25	1	11.3	0.25	127.690	0.063	2.825
14.2	0.44	1	14.2	0.44	201.640	0.194	6.248
33.2	3.76	1	33.2	3.76	1102.240	14.138	124.832
Total		16	344.7	26.21	8567.170	75.325	753.148
Promedio			21.54	1.64			

Recta de regresión de Y sobre X.

$$Y = a + bX = -1.914 + (0.165 * X)$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{16 * 753.148 - (344.7 * 26.21)}{16 * 8567.170 - (344.7)^2} = \frac{3015.781}{18256.63} = 0.165$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 1.64 - (0.165 * 21.54) = 1.64 - 3.554 = -1.914$$

Recta de regresión de X sobre Y.

$$X = a' + b'y = 11.997 + (5.819 * Y)$$

$$b' = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2} = \frac{16 * 753 - (344.7 * 26.21)}{16 * 75.325 - (26.21)^2} = \frac{3015.781}{518.236} = 5.819$$

$$a' = \bar{x} - b \cdot \bar{y} = 21.54 - (5.819 * 1.64) = 21.54 - 9.543 = 11.997$$

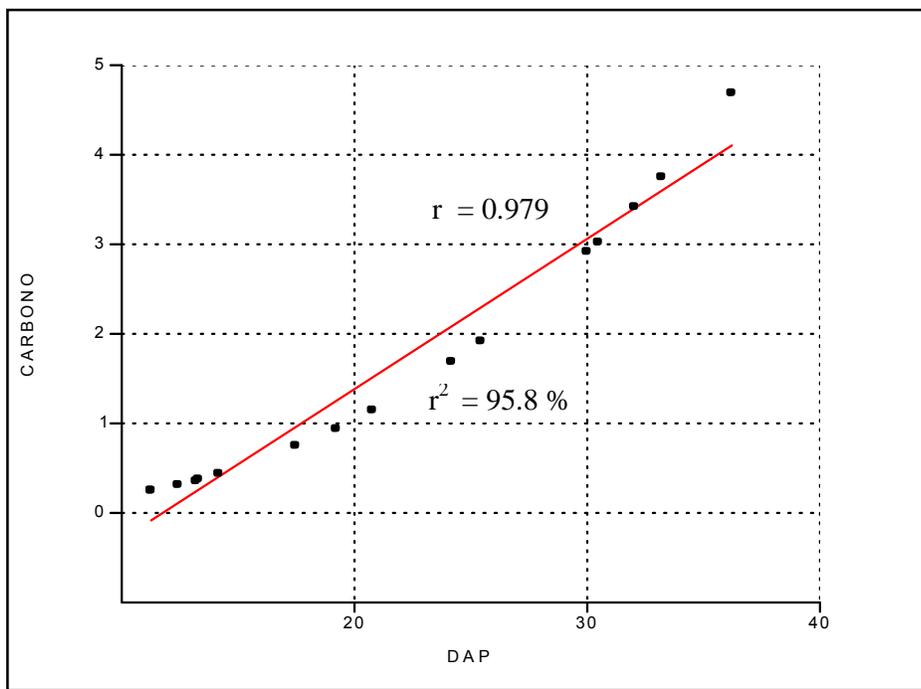
Coefficiente de correlación de PEARSON

$$r = \sqrt{b * b'} = \sqrt{0.165 * 5.819} = 0.979$$

Coefficiente de determinación

$$R^2 = r^2 = 0.979^2 = 0.958, \text{ entonces } R^2 = 95.8\%$$

GRÁFICO N° 14: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector dos.



Interpretación:

Existe un alto grado de asociación entre las variables, con $r = 0.979$. Esto nos quiere decir que la relación entre ambas variables es perfecta positiva, cuanto más mayor es la medida en DAP, mayor es la cantidad de carbono capturado. Y el coeficiente de determinación calculado a partir del valor de “r” en r^2 es de 95.8 %, este valor indica que del 100% de las variaciones, existentes en la captura de carbono realizado por la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, el 95.8 % se debe a la variable DAP.

Tabla N° 13: Análisis estadístico de la dispersión del DAP y su relación con la captura de Carbono, en 16 individuos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el sector dos.

<i>Myrcia sp.</i> “Rupiña” sector dos			
DAP	Interpretación	Carbono	Interpretación
Mín.: 6.77 cm	El DAP mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 6.77 cm	Mín.: 0.07Tn/ha	La cantidad de carbono mínimo registrado para la especie quinilla, fue de 0.07Tn/ha
Máx.: 19.7 cm	El DAP máximo registrado para la especie quinilla, fue de 19.7 cm	Máx.: 1 Tn/ha	La cantidad de carbono máximo registrado para la especie quinilla, fue de 1 Tn/ha
Promedio: 12.33 cm	El DAP promedio de la especie quinilla, fue de 12.33 cm.	Promedio: 0.35 Tn/ha	La cantidad de captura de carbono promedio de la especie quinilla, fue de 0.35 Tn/ha
Desv. estándar: 3.54 cm	Existe una variación de 3.54 cm , respecto al DAP promedio registrado en el área.	Desv. estándar: 0.27 Tn/ha	Existe una variación de 0.27 Tn/ha , respecto a la cantidad de carbono promedio registrado en el área.
Coefficiente de Variación: 28.7%	Los datos provienen de una población heterogénea.	Coefficiente de Variación: 77.1%	Los datos provienen de una población heterogénea.
Coefficiente de Kurtosis: -0.25 cm	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es -1.66 cm ; por tanto, la distribución es <i>planicúrtica</i>	Coefficiente de Kurtosis: 0.76 Tn/ha	El Coeficiente de curtosis de la distribución DAP es 0.76 Tn/ha ; por tanto, la distribución es <i>leptocúrtico</i>

Tabla N° 14: Cálculo de regresión para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos, Moyobamba - 2013.

x (DAP)	y (C)	n	n. x	n.y	n.x ²	ny ²	n.xy
9.1	0.14	1	9.1	0.14	82.810	0.020	1.274
8.73	0.13	1	8.73	0.13	76.213	0.017	1.135
13.33	0.37	1	13.33	0.37	177.689	0.137	4.932
9.63	0.16	1	9.63	0.16	92.737	0.026	1.541
19.7	1.00	1	19.7	1.00	388.090	1.000	19.700
6.77	0.07	1	6.77	0.07	45.833	0.005	0.474
11.1	0.24	1	11.1	0.24	123.210	0.058	2.664
13.13	0.36	1	13.13	0.36	172.397	0.130	4.727
12.13	0.3	1	12.13	0.3	147.137	0.090	3.639
12.53	0.32	1	12.53	0.32	157.001	0.102	4.010
11	0.23	1	11	0.23	121.000	0.053	2.530
15.8	0.57	1	15.8	0.57	249.640	0.325	9.006
10.6	0.21	1	10.6	0.21	112.360	0.044	2.226
10.47	0.2	1	10.47	0.2	109.621	0.040	2.094
19.07	0.92	1	19.07	0.92	363.665	0.846	17.544
14.23	0.44	1	14.23	0.44	202.493	0.194	6.261
Total		16	197.32	5.66	2621.895	3.085	83.757
Promedio			12.33	0.35			

Recta de regresión de Y sobre X.

$$Y = a + bX = -0.562 + (0.074 * X)$$

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{16 * 83.757 - (197.32 * 5.66)}{16 * 2621.895 - (197.32)^2} = \frac{223.281}{3015.138} = 0.074$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} = 0.35 - (0.074 * 12.33) = 0.35 - 0.912 = -0.562$$

Recta de regresión de X sobre Y.

$$X = a' + b'y = 7.819 + (12.889 * Y)$$

$$b' = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2} = \frac{16 * 83.757 - (197.32 * 5.66)}{16 * 3.085 - (5.66)^2} = \frac{223.281}{17.324} = 12.889$$

$$a' = \bar{x} - b \cdot \bar{y} = 12.33 - (12.889 * 0.35) = 12.33 - 4.511 = 7.819$$

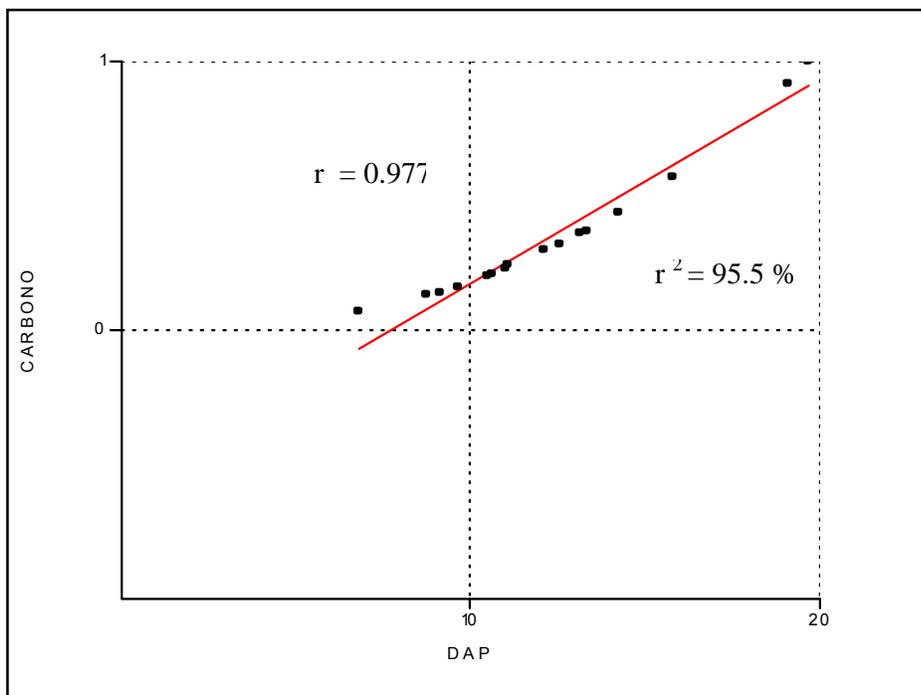
Coefficiente de correlación de PEARSON

$$r = \sqrt{b * b'} = \sqrt{0.074 * 12.889} = 0.977$$

Coefficiente de determinación

$$R^2 = r^2 = 0.977^2 = 0.955, \text{ entonces } R^2 = 95.5\%$$

GRÁFICO N° 15: Regresión lineal entre el DAP y el carbono capturado, en 16 individuos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos.



Interpretación:

Existe un alto grado de asociación entre las variables, con $r = 0.977$. Esto nos quiere decir que la relación entre ambas variables es perfecta positiva, cuanto más mayor es la medida en DAP, mayor es la cantidad de carbono capturado. Y el coeficiente de determinación calculado a partir del valor de “r” en r^2 es de 95.5 %, este valor indica que del 100% de las variaciones, existentes en la captura de carbono realizado por la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, el 95.5 % se debe a la variable DAP.

Prueba de hipótesis.

Hipótesis:

$$H_0: P = 0$$

$$H_1: P \neq 0$$

Nivel de significación: $\alpha = 0.05 \rightarrow \alpha/2 = 0.025$

Grados de libertad: $n - 2$

Estadística: Si $H_0: P = 0$

Entonces:

$$t = r \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}}$$

Parcela	Especie	Grados de libertad	P = r	t	Región crítica	Decisión
uno	Quinilla	16-2	0.971	14.64	$T < -2.145$ ó $T > 2.145$	Se rechaza H_0
	Rupiña	16-2	0.967	14.20	$T < -2.145$ ó $T > 2.145$	Se rechaza H_0
dos	Quinilla	16-2	0.979	17.97	$T < -2.145$ ó $T > 2.145$	Se rechaza H_0
	Rupiña	16-2	0.977	13.14	$T < -2.145$ ó $T > 2.145$	Se rechaza H_0

Por lo tanto se acepta H_1 , ya que: Si evaluamos la captura de carbono, en relación al DAP de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, en el Centro de producción e Investigación Pabloyacu, entonces la relación lineal entre estas variables será directa.

3.3 DISCUSIONES

- En la realización del inventario biométrico de las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña” encontramos que para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, se registró un DAP máximo de 24.13 cm y un DAP mínimo de 5.07 cm y la altura estuvo comprendida entre 5.25 m y 19.27 m; en cuanto la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, se obtuvo un DAP máximo de 36.2 cm y un DAP mínimo de 10.3 cm y la altura estuvo comprendida entre 7.14 m y 16.22 m, estas diferencias significativas en el DAP y altura, estarían determinadas por las propiedades físico-químicas del suelo, clima, edad de las especies estudiadas, ya que estas surgieron por regeneración natural, presentando así características heterogéneas.
- Las especies presentaron un contenido promedio de carbono por individuo de 1.62 Tn/ha para la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”; y para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” se encontró la cantidad promedio de Carbono de 0.51 Tn/ha, en el sector uno; mientras que en el sector dos se registró un promedio de 1.64 Tn/ha para especie *Manilkara sp.* “Quinilla”, y en la especie *Myrcia sp.* “Rupiña”, se obtuvo un promedio de 0.35 Tn/ha; estos datos lo podemos contrastar con Mendizábal, et al. (2009). en una investigación realizada en *Cedrela odorata* de diferentes procedencias, y analizando el carbono estimado por unidad genética para procedencias reporta que: La Antigua presentó el mayor promedio aunque las tres varían entre 1.9 y 2.4 toneladas de carbono por hectárea en promedio; dando a conocer sus variaciones de captura de carbono, tratándose de una sola especie de diferentes procedencias.

Estos resultados nos indican que el incremento de la captura de carbono, dependerá principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas en las que éstas se desarrollan según lo citado por M. Acosta, et al. (2001).

- La cantidad promedio de captura de carbono en *Manilkara sp.* “Quinilla” es de 26.05 Tn/ha y en *Myrcia sp.* “Rupiña” es de 6.92 Tn/ha, existiendo una diferencia de captura de carbono de 19.13 Tn/ha entre ambas especies. La mayor cantidad de captura de carbono se presentó en la especie *Manilkara sp.* “Quinilla”. Estos datos los podemos contrastar con los datos obtenidos por Del Aguila, Amner (2012) en una investigación de captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el centro de producción e investigación Pabloyacu, donde menciona que las especies que muestran valores relativamente altos de carbono estimado en la biomasa vegetal (CBV), después de *Himatanthus sucuuba* “Bellaco caspi”, son “Tullaquiro”, “quinilla”, Shimbillo” y “Warmi warmi”, con valores de 138.81, 121.75, 117.69 Tn/ha y para “quinilla” es de 79.885 Tn/ha respectivamente.

Estos resultados nos indican que la especie “quinilla”, presenta mayor captura de carbono en el centro de producción e investigación pabloyacu, pues sus características biométricas le dan mayores posibilidades de capturar mayor cantidad de carbono, pues es una especie con mayor valor en DAP.

- En el sector uno las especies *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”, al comparar el DAP máximo con la cantidad máxima de captura de carbono estas variables presentan una relación directa, en el periodo de evaluación que fue entre los meses de agosto (2012) a febrero (2013). Además al hacer la comparación entre el DAP de las especies y la captura de carbono, mediante una regresión lineal, se pudo observar cuando el DAP se incrementa la captura de carbono presenta el mismo efecto.

3.4 CONCLUSIONES

- Al realizar el inventario biométrico, el DAP y altura de las especies *Myrcia sp.* y *Manilkara sp.*, se observó que en ambas especies existe variaciones por ser un bosque de regeneración natural en distinto relieve geográfico; pues el DAP de *Manilkara sp.* estuvo comprendido entre 10.3 cm y 36.2 cm y una altura total entre 7.14 m y 16.22 m, y la especie *Myrcia sp.* presentó un DAP con variaciones entre 5.07 cm y 24.13 cm y una altura total entre 5.25 m y 19.27 m.
- En la cantidad de carbono almacenado entre las dos especies forestales, en el primer sector, se encontró que la especie *Myrcia sp.* alcanzó un total de carbono de 8.16 Tn/ha, mientras que la especie *Manilkara sp.* presentó un total de carbono capturado de 25.89 Tn/ha; y en el sector dos, la especie *Manilkara sp.* registro un total de 26.21 Tn/ha de carbono capturado, y para la especie *Myrcia sp.* el total de carbono capturado fue de 5.67 Tn/ha, éstas diferencias se dan por ser un bosque de regeneración natural, no presentan características similares respecto al DAP y relieve terrestre.
- La especie *Manilkara sp.* “Quinilla” capturó mayor cantidad de carbono en promedio alcanzando 26.05 Tn/ha; sin embargo el promedio de carbono capturado para la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” fue 6.92 Tn/ha; con una diferencia de 19.13 Tn/ha, entre las dos especies forestales.
Las características biométricas entre las especies forestales varían, en el caso de la especie de *Manilkara sp.* “Quinilla” el tamaño de copa, ramas del árbol y cantidad de hojas son mayores respecto a la especie de *Myrcia sp.* “Rupiña”
- La captura de carbono en *Manilkara sp.* y *Myrcia sp.* está en relación del DAP; pues presentaron una regresión lineal directa, estos resultados están en relación a la edad de las especies porque éstas aun no han alcanzado un desarrollo máximo encontrándose entre las edades de 15 a 40 años aproximadamente. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

3.4 RECOMENDACIONES

- Al realizar inventarios biométricos, utilizar instrumentos que sean apropiados para la medición de especies forestales de acuerdo a la realidad del área de investigación.
- Reconociendo la cantidad de captura de carbono realizado por la especie *Manilkara sp.* “quinilla”, utilizar la especie en sistemas agroforestales, silvopastoriles y en sistemas de forestación en similares condiciones geográficas a las del Valle del Alto Mayo.
- Se recomienda evaluar plantaciones de *Myrcia sp.* “rupiña” y *Manilkara sp.* “quinilla” en diferentes edades vegetativas, condiciones edáficas y climáticas, con el fin de determinar el comportamiento de la captura de carbono, en diferentes condiciones a las evaluadas en esta investigación.
- Utilizar el siguiente proyecto de tesis para posteriores investigaciones referente a la captura de carbono.

3.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

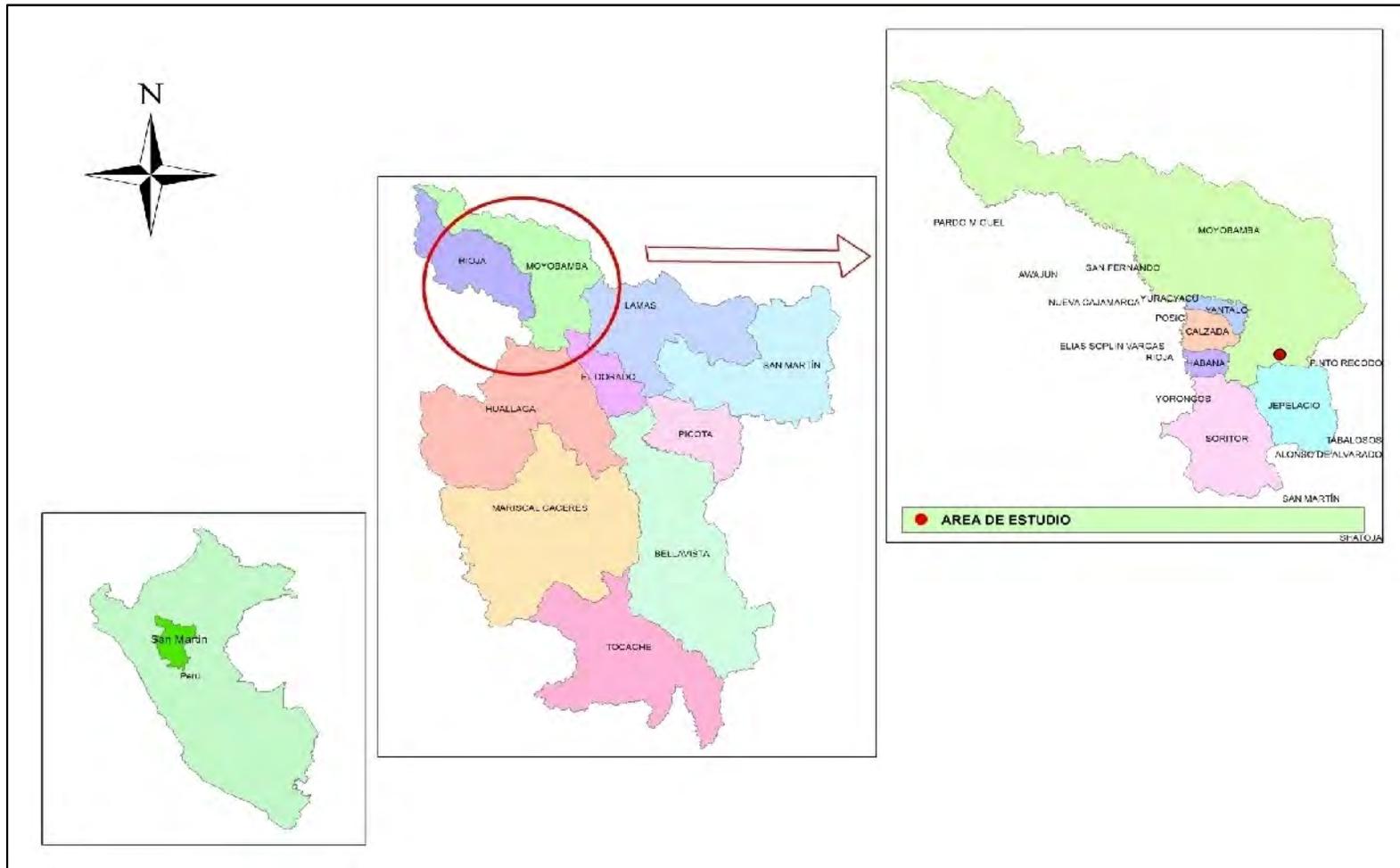
1. Aguirre, D y Gutiérrez D. (2009). Potencial de captura de carbono de la *Guadua ssp.* Por estadios en el Bosque Local “El Maronal” de Atumplaya. Moyobamba, Perú.
2. Ayala, Franklin. (2003). Taxonomía Vegetal Gimnonpermae y Angiospermae de la Amazonía Peruana. Vol. 1. Iquitos, Perú.
3. Brack, Antonio. et al. (2004). Ecología del Perú. Lima, Perú.
4. Callo, Krishnamurty y Alegre. (2001). Cuantificación del carbono por algunos SAF'S y Testigos, en tres pisos Ecológicos de la Amazonía del Perú. Valdivia, Chile.
5. Calderón, Delio Ariel; Solís, Dalila Esmeralda. (2012). “Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa, L.*) Dilpito, Nueva Segovia, Nicaragua”. Managua, Nicaragua.
6. Córdova, Manuel. (2006). Estadística Inferencial. 2da. ed. Lima, Perú.
7. Connolly, Ronda Yuri ; Corea, Carlos Abel. (2007). “Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales y forestales en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua”. Managua, Nicaragua.
8. Del Aguila, Hamleth. (2010). Caracterización dendrológica de especies forestales en la microcuenca de Pabloyacu. Moyobamba – San Martín, Perú.
9. Del Aguila, Amner. (2012). Cuantificación de la captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu. Moyobamba - San Martín, Perú

10. IIAP. (2006). Servicios Ambientales de Almacenamiento y Secuestro de Carbono del Ecosistema Aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú
11. IPCC. (1999). Panel intergubernamental del Cambio Climático. Reporte de la sesión del panel intergubernamental del Cambio Climático referente a las guías de inventario para carbono, México.
12. IPCC. (2001). Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York.
13. Mendizábal, Lilia. et al. (2009). Captura de Carbono por *Cedrela Odorata* l. en una Plantación de Origen Genético Conocido. Veracruz, México.
14. MINAM (2009). Identificación de metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Lima, Perú.
15. MINAM (2010). Reducción de la deforestación y degradación en la Reserva Nacional Tambopata y en el Parque Nacional Bahuaja-Sonene del ámbito de la región Madre de Dios – Perú. Lima, Perú.
16. Mostacero, José; et al. (2002). Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú. Vol 1. Lima, Perú.
17. M. Acosta, et al. (2001). Un método para la medición del carbono almacenado en la parte aérea de sistemas naturales, México.
18. Pérez, Emiliano. (2005). Potencial de Plantaciones Forestales y Fijación de Carbono en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

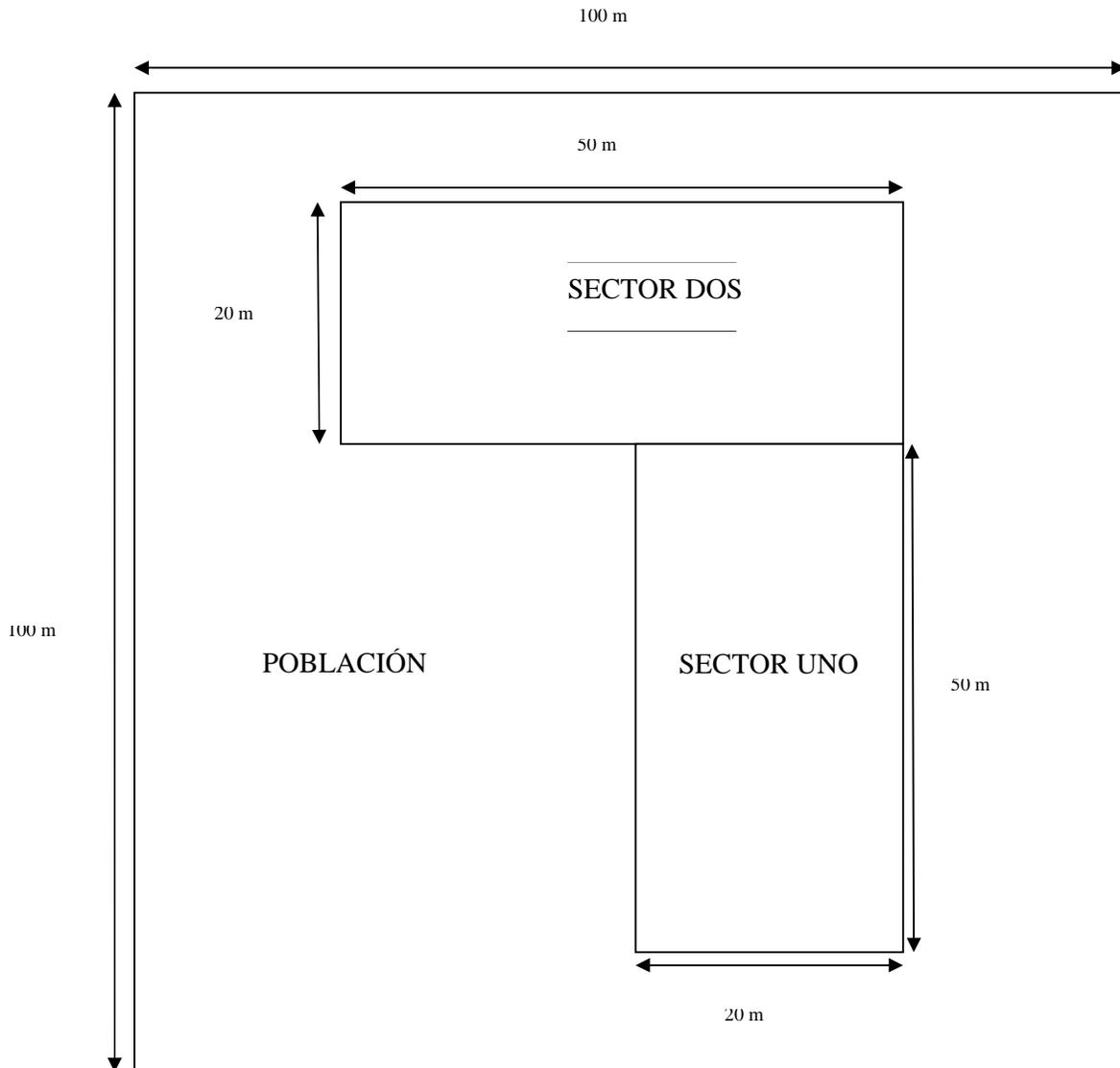
19. PNUMA. (2007). Bosques y Mercado Potencial MDL Forestal en la Comunidad Andina. España.
20. Quitarán, Gerald. (2009). Determinación del Potencial de Captura de Carbono en Cinco especies Forestales de dos Años de Edad, Cedro Nativo, (*Cedrela odorata*) Caoba, (*Swietenia macrophylla*) Bolaina, (*Guazuma crinita*) Teca, (*Tectona grandis*) y Capirona, (*Calycophyllum sprucearum*) en la Localidad de Alianza San Martín 2009. Perú.
21. Rivas, Daniel. (2006). Unidad II. Evaluación de los Recursos Forestales. Chapingo, México.
22. Rüginitz, Marcos. et al. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. 1. ed. Lima, Perú.
23. Schelegel, Bastienne. (2001). “Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde”. Valdivia, Chile.
24. Schelegel, Bastienne. Et al. (2001). Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile.
25. Tandazo, Victor. (2008). Clasificación taxonómica de algunas especies forestales de la selva peruana. Lima, Perú.
26. Villacis, José. (2012). Determinación del Potencial de Captura de Carbono de las Especies Forestales de Aliso (*Alnus acuminata*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la Localidad de Florida Pomacochas – Amazonas.
27. Walker, W. (2011). Guía de campo para la estimación de biomasa y carbono forestal. Massachusetts, USA.

ANEXOS

Anexo 01: Mapa de ubicación de la Investigación



Anexo 02: Croquis del área en estudio



Coordenadas del área de estudio

Población		Sector uno		Sector dos	
X	Y	X	Y	X	Y
285303	9328734	285319	9328713	285278	9328665
285398	9328675	285287	9328644	285319	9328713
285240	9328645	285273	9328633	285312	9328635
285331	9328584	285336	9328688	285311	9328608

Anexo 03: Imagen satelital del área en estudio



Anexo 04: Tablas Resumen de las especies de *Manilkara sp.* “Quinilla” y *Myrcia sp.* “Rupiña”

Tabla N° 15: Datos biométricos de la especie de *Manilkara sp.* “Quinilla” en el sector uno, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	Dist. (m)	DAP (m)	ANGULOS (°)			ALTURAS (m)		AREA BASAL (m ²)	VOLUMEN (m ³)	
				ANG. 1	ANG. 2	ANG. 3	HC	HT		VC	VT
1	“Quinilla”	9.83	0.217	8.5	33.3	50.1	7.96	13.17	0.037	0.21	0.34
2	“Quinilla”	10	0.177	6.4	38.2	50.4	9.00	13.2	0.025	0.16	0.23
3	“Quinilla”	12.73	0.103	9.4	28.6	39.2	8.91	12.35	0.008	0.05	0.07
4	“Quinilla”	11.6	0.306	7.0	38.4	50.1	10.56	15.2	0.074	0.54	0.78
5	“Quinilla”	11.53	0.151	6.8	36.2	49.7	9.8	14.99	0.018	0.12	0.19
6	“Quinilla”	11.4	0.251	7.3	17.0	45.1	5.02	12.88	0.050	0.17	0.45
7	“Quinilla”	9.5	0.180	5.2	29.5	45.2	6.18	10.45	0.026	0.11	0.19
8	“Quinilla”	10.81	0.194	6.4	27.6	46.7	7.00	12.77	0.031	0.14	0.27
9	“Quinilla”	11.63	0.286	5.0	31.5	48.7	8.14	14.3	0.064	0.37	0.64
10	“Quinilla”	13.2	0.292	4.0	29.3	45.9	8.32	14.52	0.067	0.39	0.68
11	“Quinilla”	9.87	0.118	7.2	35.7	53.1	8.39	14.41	0.011	0.06	0.11
12	“Quinilla”	10.67	0.243	8.0	29.0	49.8	7.36	14.08	0.046	0.24	0.46
13	“Quinilla”	9.78	0.159	8.1	20.5	30.8	4.99	7.14	0.020	0.07	0.1
14	“Quinilla”	13.2	0.323	6.3	25.2	42.8	7.66	13.73	0.082	0.44	0.79
15	“Quinilla”	10.41	0.305	6.2	38.8	54.2	9.47	15.61	0.073	0.48	0.8
16	“Quinilla”	11.13	0.262	6.9	28.2	42.6	7.37	12.16	0.058	0.33	0.56
Total		177.29	3.567	108.8	487.0	744.4	126.13	210.96	0.690	3.88	6.66
Promedio		11.08	0.223	6.8	30.4	46.5	7.88	13.19	0.043	0.24	0.42

Tabla N° 16: Datos biométricos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector uno, Moyobamba - 2013.

N° Especie	Dist. (m)	DAP (m)	ANGULOS (°)			ALTURAS (m)		AREA BASA L (m ²)	VOLUMEN (m ³)	
			ANG. 1	ANG. 2	ANG. 3	HC	HT		VC	VT
1 "Rupiña"	10.58	0.063	6.50	30.20	39.90	7.30	10.05	0.0031	0.016	0.022
2 "Rupiña"	10.50	0.051	5.40	12.00	22.50	3.15	5.25	0.0020	0.004	0.007
3 "Rupiña"	9.20	0.061	7.40	27.30	38.20	5.98	8.46	0.0029	0.012	0.017
4 "Rupiña"	12.00	0.061	6.50	30.50	41.40	8.40	11.88	0.0029	0.017	0.024
5 "Rupiña"	8.74	0.079	4.53	27.43	33.93	7.83	10.16	0.0094	0.088	0.112

6 "Rupiña"	12.56	0.061	7.50	28.50	38.80	8.42	11.68	0.0029	0.017	0.024
7 "Rupiña"	13.10	0.204	4.50	41.60	49.50	14.15	17.82	0.0326	0.323	0.407
8 "Rupiña"	9.30	0.052	6.10	39.60	47.40	8.74	11.16	0.0021	0.013	0.017
9 "Rupiña"	12.50	0.151	5.50	44.70	50.80	13.50	16.50	0.0178	0.169	0.206
10 "Rupiña"	11.30	0.190	5.80	50.40	55.30	14.80	17.40	0.0284	0.294	0.345
11 "Rupiña"	8.00	0.144	9.40	27.20	43.10	5.36	8.72	0.0163	0.061	0.099
12 "Rupiña"	12.30	0.198	8.20	46.80	50.40	14.76	16.61	0.0309	0.319	0.359
13 "Rupiña"	8.26	0.136	4.55	30.10	37.08	8.24	11.17	0.0236	0.216	0.291
14 "Rupiña"	10.70	0.241	6.00	45.30	56.80	11.88	17.44	0.0455	0.378	0.556
15 "Rupiña"	10.95	0.063	6.00	25.50	35.30	6.35	8.87	0.0031	0.014	0.019
16 "Rupiña"	11.41	0.241	6.20	49.60	56.20	14.71	18.36	0.0457	0.471	0.588
Total	171.40	1.985	100.08	556.73	696.60	153.56	201.53	0.2685	2.4108	3.091
Promedio	10.71	0.124	6.25	34.80	43.54	9.60	12.60	0.0168	0.1507	0.193

Tabla N° 17: Datos biométricos de la especie de *Manilkara sp.* "Quinilla" en el sector dos, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DIST. (m)	DAP (m)	ANGULOS (°)			ALTURAS (m)		AREA BASAL (m ²)	VOLUMEN (m ³)	
				ANG. 1	ANG. 2	ANG. 3	HC	HT		VC	VT
1	"Quinilla"	10.00	0.362	5.8	38.5	50.4	8.90	13.10	0.103	0.64	0.94
2	"Quinilla"	12.25	0.300	6.8	25.3	38.3	7.23	11.14	0.071	0.36	0.55
3	"Quinilla"	11.30	0.132	9.5	25.3	37.5	7.23	10.62	0.014	0.07	0.10
4	"Quinilla"	11.00	0.133	8.7	30.1	48.5	8.03	14.08	0.014	0.08	0.14
5	"Quinilla"	12.50	0.254	6.2	31.7	48.2	9.13	15.38	0.051	0.32	0.55
6	"Quinilla"	10.20	0.208	4.8	27.0	56.5	6.02	16.22	0.034	0.14	0.39
7	"Quinilla"	12.50	0.242	5.1	36.5	45.2	10.38	13.88	0.046	0.33	0.45
8	"Quinilla"	11.10	0.192	4.3	35.8	45.2	8.77	12.10	0.029	0.18	0.25
9	"Quinilla"	10.50	0.305	6.0	37.3	48.5	9.14	13.02	0.073	0.47	0.67
10	"Quinilla"	12.00	0.320	9.5	20.1	35.5	6.36	10.56	0.080	0.36	0.59
11	"Quinilla"	9.50	0.124	10.3	46.0	52.8	11.50	14.25	0.012	0.10	0.12
12	"Quinilla"	8.50	0.175	4.0	45.8	55.4	9.35	12.84	0.024	0.16	0.22
13	"Quinilla"	8.00	0.113	7.9	46.2	57.6	9.44	13.68	0.010	0.07	0.10
14	"Quinilla"	11.00	0.113	4.5	43.5	53.8	11.33	15.95	0.010	0.08	0.11
15	"Quinilla"	6.00	0.142	6.7	55.0	65.4	9.30	13.80	0.016	0.10	0.15
16	"Quinilla"	10.00	0.332	4.0	40.8	52.9	9.30	13.90	0.087	0.56	0.84
Total		166.35	3.447	104.1	584.9	791.7	141.41	214.52	0.674	4.02	6.17
Promedio		10.40	0.215	6.5	36.6	49.5	8.84	13.41	0.042	0.25	0.39

Tabla N° 18: Datos biométricos de la especie *Myrcia sp.* “Rupiña” en el sector dos, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DIST. (m)	DAP (m)	ANGULOS (°)			ALTURAS (m)		AREA BASAL (m ²)	VOLUMEN (m ³)	
				ANG. 1	ANG. 2	ANG. 3	HC	HT		VC	VT
1	"Rupiña"	8.00	0.09	6.0	52.0	62.8	11.04	16.32	0.007	0.05	0.074
2	"Rupiña"	8.50	0.09	6.5	53.2	60.0	12.24	15.64	0.006	0.051	0.066
3	"Rupiña"	8.67	0.13	5.0	58.4	63.4	14.82	18.03	0.014	0.145	0.176
4	"Rupiña"	8.20	0.10	6.3	50.8	60.4	10.99	15.33	0.007	0.056	0.078
5	"Rupiña"	10.77	0.20	6.2	50.5	59.3	14.21	19.27	0.030	0.303	0.411
6	"Rupiña"	9.03	0.07	5.5	45.5	50.2	10.03	11.65	0.004	0.025	0.029
7	"Rupiña"	9.45	0.11	8.6	48.2	58.6	12.00	16.92	0.010	0.081	0.115
8	"Rupiña"	8.00	0.13	8.0	43.2	57.0	8.64	13.44	0.014	0.082	0.127
9	"Rupiña"	9.00	0.12	5.8	50.9	55.9	11.97	14.22	0.012	0.097	0.115
10	"Rupiña"	9.98	0.13	8.7	41.7	53.5	10.38	14.97	0.012	0.09	0.129
11	"Rupiña"	9.00	0.11	6.0	41.8	51.4	8.91	12.15	0.010	0.059	0.081
12	"Rupiña"	11.09	0.16	5.2	32.9	49.8	8.21	14.09	0.020	0.113	0.193
13	"Rupiña"	8.30	0.11	5.2	50.2	60.3	10.71	15.27	0.009	0.066	0.094
14	"Rupiña"	9.23	0.10	7.0	40.5	54.5	9.69	14.77	0.009	0.058	0.089
15	"Rupiña"	13.60	0.19	4.5	45.5	50.4	14.82	17.41	0.029	0.296	0.348
16	"Rupiña"	11.83	0.14	4.8	43.8	55.0	12.30	17.86	0.016	0.137	0.199
Total		152.65	1.98	99.3	749.1	902.5	180.96	247.34	0.209	1.709	2.324
Promedio		9.54	0.12	6.21	46.82	56.41	11.31	15.46	0.013	0.107	0.145

Tablas resumen de biomasa y carbono en *Manilkara sp.* "Quinilla"
y *Myrcia sp.* en el sector uno.

Tabla N° 19: Biomasa y Carbono en *Manilkara sp.* "Quinilla" en el sector uno, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/Árbol)	CARBONO (Kg/Árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Quinilla"	21.7	284.84	128.18	2.85	1.28
2	"Quinilla"	17.7	170.11	76.55	1.70	0.77
3	"Quinilla"	10.3	43.23	19.46	0.43	0.19
4	"Quinilla"	30.6	679.56	305.80	6.80	3.06
5	"Quinilla"	15.1	113.81	51.21	1.14	0.51
6	"Quinilla"	25.1	411.65	185.24	4.12	1.85
7	"Quinilla"	18.0	177.50	79.87	1.77	0.80
8	"Quinilla"	19.4	214.53	96.54	2.15	0.97
9	"Quinilla"	28.6	572.74	257.73	5.73	2.58
10	"Quinilla"	29.2	603.63	271.63	6.04	2.72
11	"Quinilla"	11.8	60.98	27.44	0.61	0.27
12	"Quinilla"	24.3	379.26	170.67	3.79	1.71
13	"Quinilla"	15.9	129.68	58.36	1.30	0.58
14	"Quinilla"	32.3	779.17	350.63	7.79	3.51
15	"Quinilla"	30.5	673.95	303.28	6.74	3.03
16	"Quinilla"	26.2	458.83	206.47	4.59	2.06
Total		356.7	5753.47	2589.06	57.53	25.89
Promedio		22.3	359.59	161.82	3.60	1.62

Tabla N° 20: Biomasa y carbono en *Myrcia sp.* "Rupiña" en el sector uno, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	CARBONO (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Rupiña"	6.27	12.32	5.54	0.12	0.06
2	"Rupiña"	5.07	7.19	3.24	0.07	0.03
3	"Rupiña"	6.07	11.35	5.11	0.11	0.05
4	"Rupiña"	6.1	11.49	5.17	0.11	0.05
5	"Rupiña"	7.92	22.24	10.01	0.22	0.10
6	"Rupiña"	6.07	11.35	5.11	0.11	0.05
7	"Rupiña"	20.37	242.72	109.22	2.43	1.09
8	"Rupiña"	5.23	7.78	3.50	0.08	0.04

9	"Rupiña"	15.07	113.23	50.96	1.13	0.51
10	"Rupiña"	19	203.52	91.58	2.04	0.92
11	"Rupiña"	14.4	100.93	45.42	1.01	0.45
12	"Rupiña"	19.83	226.77	102.04	2.27	1.02
13	"Rupiña"	13.62	87.66	39.45	0.88	0.39
14	"Rupiña"	24.07	370.24	166.61	3.70	1.67
15	"Rupiña"	6.27	12.32	5.54	0.12	0.06
16	"Rupiña"	24.13	372.58	167.66	3.73	1.68
Total		199.49	1813.61	814.77	18.14	8.16
Promedio		12.47	113.35	50.92	1.13	0.51

Tabla N° 21: Biomasa y Carbono en *Manilkara sp.* "Quinilla" Sector dos, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	CARBONO (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Quinilla"	36.2	1039.64	467.84	10.40	4.68
2	"Quinilla"	30.0	646.35	290.86	6.46	2.91
3	"Quinilla"	13.2	80.98	36.44	0.81	0.36
4	"Quinilla"	13.3	82.55	37.15	0.83	0.37
5	"Quinilla"	25.4	424.21	190.89	4.24	1.91
6	"Quinilla"	20.8	255.89	115.15	2.56	1.15
7	"Quinilla"	24.2	375.32	168.90	3.75	1.69
8	"Quinilla"	19.2	208.98	94.04	2.09	0.94
9	"Quinilla"	30.5	673.95	303.28	6.74	3.03
10	"Quinilla"	32.0	760.99	342.45	7.61	3.42
11	"Quinilla"	12.4	69.14	31.11	0.69	0.31
12	"Quinilla"	17.5	165.29	74.38	1.65	0.74
13	"Quinilla"	11.3	54.66	24.60	0.55	0.25
14	"Quinilla"	11.3	54.66	24.60	0.55	0.25
15	"Quinilla"	14.2	97.42	43.84	0.97	0.44
16	"Quinilla"	33.2	835.28	375.88	8.35	3.76
TOTAL		344.7	5825.31	2621.39	58.25	26.21
PROMEDIO		21.5	364.08	163.84	3.64	1.64

Tabla N° 22: Biomasa y Carbono en *Myrcia sp.* "Rupiña" en el sector dos, Moyobamba - 2013.

N°	Especie	DAP (cm)	BIOMASA (Kg/árbol)	CARBONO (Kg/árbol)	BIOMASA (Tn/ha)	CARBONO (Tn/ha)
1	"Rupiña"	9.10	31.60	14.22	0.316	0.142
2	"Rupiña"	8.73	28.48	12.82	0.285	0.128
3	"Rupiña"	13.33	83.07	37.38	0.831	0.374
4	"Rupiña"	9.63	36.50	16.43	0.365	0.164
5	"Rupiña"	19.70	223.02	100.36	2.230	1.004
6	"Rupiña"	6.77	14.93	6.72	0.149	0.067
7	"Rupiña"	11.1	52.24	23.51	0.522	0.235
8	"Rupiña"	13.13	79.95	35.98	0.800	0.360
9	"Rupiña"	12.13	65.44	29.45	0.654	0.295
10	"Rupiña"	12.53	71.03	31.97	0.710	0.320
11	"Rupiña"	11.00	51.06	22.98	0.511	0.230
12	"Rupiña"	15.80	127.63	57.43	1.276	0.574
13	"Rupiña"	10.60	46.49	20.92	0.465	0.209
14	"Rupiña"	10.47	45.03	20.26	0.450	0.203
15	"Rupiña"	19.07	205.33	92.40	2.053	0.924
16	"Rupiña"	14.23	98.00	44.10	0.980	0.441
TOTAL		197.32	1259.81	566.92	12.598	5.669
PROMEDIO		12.33	78.74	35.43	0.787	0.354

Anexo 05: Fotografías de campo

Foto N° 01: Instrumentos de campo



DESCRIPCIÓN

1. Huincha
2. Forcípula
3. Hipsómetro
4. Cámara fotográfica
5. Matriz de campo

Foto N° 02: Reconocimiento de especies



Foto N° 03: Delimitación del área estudio



Foto N° 04: Medición del DAP



Foto N° 05: Fuste de quinilla



Foto N° 06: Corroboración de altura

